

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RICHARDSON MARTINS MIRANDA

APLICAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA FABRICANTE
DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

JANDAIA DO SUL

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RICHARDSON MARTINS MIRANDA

**APLICAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA
FABRICANTE DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**

JANDAIA DO SUL

2018

M672a Miranda, Richardson Martins
Aplicação do mapa de fluxo de valor em uma empresa fabricante de equipamentos elétricos. / Richardson Martins Miranda. – Jandaia do Sul, 2018.
52 f.

Orientador: Prof. Me. David Iubel de Oliveira Pereira
Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) – Universidade Federal do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Curso de Graduação em Engenharia de Produção.

1. Mapeamento de Fluxo de Valor. 2. Manufatura enxuta. 3. Indústria de manufatura. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5

RICHARDSON MARTINS MIRANDA

**APLICAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA
FABRICANTE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de
Produção pela Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Msc. David Iubel

JANDAIA DO SUL

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº**003/2019/UFPR/R/JA****PROCESSO Nº**

23075.003911/2019-39

INTERESSADO:

WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, DAVID IUBEL DE OLIVEIRA PEREIRA

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: APLICAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS ELÉTRICOS

Autor(a): RICHARDSON MARTINS MIRANDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

- David Iubel de Oliveira Pereira
- Marco Aurélio Reis dos Santos
- William Rodrigues dos Santos

Jandaia do Sul, 12 de dezembro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/01/2019, às 14:16, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/01/2019, às 14:17, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **David Iubel de Oliveira Pereira, Usuário Externo**, em 28/01/2019, às 14:22, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **1530737** e o código CRC **FE4C62C6**.

AGRADECIMENTOS

Por fim, mais um ciclo da vida é finalizado. Inicialmente não poderia agradecer outra pessoa além de minha querida mãe, Edna Maria Martins Albino, por todo apoio incondicional que recebi desde o momento da notícia de minha aprovação, passando pela decisão e pelo planejamento de tudo que envolvia a mudança de vida ocasionada pela matrícula neste curso, até os momentos finais deste ciclo. Serei eternamente grato por ser seu filho.

Agradeço meus familiares, por confiarem e torcerem por mim durante essa nova jornada, dando todo apoio necessário para que eu conseguisse superar os desafios enfrentados.

A meus amigos da primeira turma do curso, por quem sempre terei admiração e respeito e principalmente aos meus colegas de república Henrique Oshiro, Guilherme Lima e Rafael Dias por terem me aguentado durante cinco longos anos.

A todos os professores que me guiaram e que compartilharam seu conhecimento comigo durante esse período inesquecível, em especial aos professores do curso de Engenharia de Produção, professores André Gazoli, David Lubel, Juliana Shirabayashi, Marco Aurélio Reis e Rafael Germano.

Por fim, serei eternamente grato a todas as pessoas que passaram por minha vida durante esta caminhada e que de alguma forma ou de outra me ajudaram a ser uma pessoa melhor. As levarei em meus pensamentos durante toda minha vida.

*"[...] Two roads diverged in a wood and I –
I took the one less traveled by,
And that has made all the difference."*

Robert Frost

RESUMO

Em um ambiente empresarial cada vez mais competitivo e dinâmico, é essencial que as organizações que buscam se manter e crescer em seu mercado recorram a estratégias para o aumento de sua competitividade e eficiência operacional. Neste contexto, o emprego das ferramentas da Manufatura Enxuta, em particular do Mapa de Fluxo de Valor, pode ser visto como uma forma de alcançar este objetivo. O presente trabalho teve como objetivo a realização de um estudo para aplicação desta ferramenta em uma empresa de equipamentos elétricos situada no estado do Paraná, de forma a levantar os detalhes inerentes a um processo previamente escolhido, além de identificar pontos de melhoria que se traduzam em ganho de eficiência. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, do tipo exploratório e com abordagem qualitativa, utilizando-se de pesquisa documental e um estudo de caso para sua realização. Para elaboração do Mapa de Fluxo de Valor do estado atual e futuro, utilizou-se o método proposta por Rother e Shook que é composta por quatro etapas: 1) escolher uma família de produtos adequada à realização do experimento; 2) elaborar o mapa de estado atual; 3) elaborar o mapa do estado futuro; 4) elaborar um plano de implementação. Após execução dos mapas verificou-se que a implantação das melhorias tem previsão de ocasionar uma redução de 25% no *Lead Time* do processo analisado, além de aumentar em 34% o Tempo de Agregação de Valor ao produto. Por fim, espera-se que o estudo sirva como base para a execução de futuros trabalhos em outras áreas da empresa.

Palavras-chave: Mapeamento de Fluxo de Valor, Manufatura Enxuta, Indústria de manufatura.

ABSTRACT

In an increasingly competitive and dynamic business environment, it is essential that organizations seeking to maintain and grow in their market use strategies to increase their competitiveness and operational efficiency. In this context, the adoption of Lean Manufacturing tools, in particular the Value Stream Mapping, can be seen as a way to achieve this goal. The objective of this study was to carry out an application of this tool to an electrical equipment manufacturer located in the state of Paraná, in order to obtain the details of a process previously chosen, as well as to identify points of improvement that translates into efficiency gains. It is a research with an applied nature, an exploratory type and a qualitative approach, using documentary research and a case study for its accomplishment. The methodology proposed by Rother and Shook was used in order to develop the Value Stream Mapping of the current and future state, and it is composed of four steps: 1) to select a family of products suitable for the experiment; 2) to develop the Value Stream Map of the current state; 3) to develop the Value Stream Map of the future state; 4) to develop an execution plan. After the realization of the maps, it was verified that carrying out the improvements is expected to result in a 25% reduction of the process' Lead Time in addition to increase by 34% the value aggregation time. Finally, it is hoped that the study will serve as a basis for the development of future work in other departments of the organization.

Key-words: Value Stream Mapping, Lean Manufacturing, Manufacturing industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – SIMBOLOGIA DE UM MFV.	18
FIGURA 2 – MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM MFV.....	22
FIGURA 3 – SIMBOLOGIA DE UM MFV.	24
FIGURA 4 - FLUXOGRAMA DE UM KANBAN.	27
FIGURA 5 – TIPOS DE POKA-YOKE.	31
FIGURA 6 – ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	33
FIGURA 7 – MÉTODO PARA COLETA DE DADOS.	34
FIGURA 8 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO.	35
FIGURA 9 – PROCESSO DE PRODUÇÃO SIMPLIFICADO.....	38
FIGURA 10 - PROCESSO DE MONTAGEM DE ESTRUTURA METÁLICA.....	41
FIGURA 11 – MFV DO ESTADO ATUAL.....	45
FIGURA 12 - TEMPOS DE CICLO TOTAL X <i>TAKT-TIME</i>	49
FIGURA 13 - MFV DO ESTADO FUTURO.	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TRADUÇÃO DOS TERMOS DO 5S.....	28
TABELA 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS FABRICADOS	37
TABELA 3 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS ENTRE O MFV DE ESTADO ATUAL E FUTURO.	52
TABELA 4 – MÉTODO DOS CINCO PORQUÊS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MFV.	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPMN	- <i>Business Process Model and Notation</i>
JIT	- <i>Just-in-Time</i>
MFV	- Mapa de Fluxo de Valor
ODF	- Ordem de Fabricação
PCP	- Planejamento e Controle da Produção
SMED	- <i>Single Minute Exchange of Die</i>
TAV	- Tempo de Agregação de Valor
TC	- Tempo de Ciclo
TM	- Tempo de Movimentação
TRF	- Troca Rápida de Ferramenta
USB	- <i>Universal Serial Bus</i>
VSM	- <i>Value Stream Mapping</i>
WIP	- <i>Work in Process</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivos Específicos	12
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
1.3	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	ORIGEM DA MANUFATURA ENXUTA.....	14
2.2	PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA.....	16
2.2.1	Valor	16
2.2.2	Fluxo de Valor	17
2.2.3	Fluxo	17
2.2.4	Produção puxada.....	17
2.2.5	Busca da perfeição	18
2.3	DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO	18
2.3.1	Processamento.....	19
2.3.2	Movimento desnecessário	19
2.3.3	Espera	19
2.3.4	Inventário.....	19
2.3.5	Transporte	20
2.3.6	Excesso de produção	20
2.3.7	Defeitos	20
2.4	FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA	21
2.4.1	Mapa de Fluxo de Valor.....	21
2.4.2	Kaizen.....	24
2.4.3	Kanban	25
2.4.4	5S	27
2.4.5	Just in Time	28
2.4.6	SMED (Single Minute Exchange Die) ou Troca Rápida de Ferramenta	29
2.4.7	Poka-Yoke	30
3	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO.....	32

3.2	COLETA DE DADOS.....	33
3.3	ETAPAS DA PESQUISA	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1	A EMPRESA.....	35
4.2	PROCESSO PRODUTIVO	37
4.3	MFV DE ESTADO ATUAL.....	40
4.3.1	Escolha da família de produtos	40
4.3.2	Mapeamento de fluxo de valor do processo	42
4.4	MFV DO ESTADO FUTURO	49
4.5	PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS	60
	APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM GESTOR	61

1 INTRODUÇÃO

Em um ambiente econômico cada vez mais competitivo e de comércio globalizado, alguns dos grandes desafios das organizações atuais referem-se a conseguir crescer e se perpetuar de maneira sustentável, garantindo seu espaço em seu mercado de atuação (MARTINS; TAVARES, 2014).

De modo a alcançar tais objetivos, é cada vez mais comum a preocupação constante das empresas em reduzir seus custos de operação, os desperdícios gerados por seus processos assim como ofertar produtos e serviços de alta qualidade a seus consumidores (HOFER *et. al.*, 2012). Tais preocupações passam a ser contempladas como um objetivo estratégico, uma vez que se trata de um caminho pelo qual a organização pode obter uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes.

Essa nova realidade acaba por pressionar os gestores das organizações em busca de novos métodos de trabalho, assim como a buscar ferramentas para tornar suas respectivas organizações mais eficientes e garantir sua perpetuidade (SCUR; QUEIROZ, 2017).

De encontro com essa nova realidade, o estudo realizado por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos que resultou no lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo”, ainda no início dos anos 90, lançou luz a um novo conceito denominado *Lean Manufacturing* (também conhecido no Brasil como Manufatura Enxuta), baseado na filosofia japonesa de produção já utilizada na montadora de automóveis Toyota Motors (MOREIRA, 2012).

As novas ferramentas e os novos conceitos inerentes à filosofia do *Lean Manufacturing* tornaram-se, então, uma grande fonte de inspiração para as empresas de modo geral, incluindo as indústrias brasileiras, uma vez que a implantação de um programa com essa característica auxilia a organização a melhor gerir suas operações, tomar decisões mais acertadas, reduzir seus custos e aumentar sua vantagem competitiva (BARRETTO, 2012).

Diante do que foi exposto, torna-se cada vez mais comum encontrar empresas que optam por utilizar esse sistema de gestão em seus processos (operacionais e administrativo) no intuito de tornarem-se mais competitivas e melhor posicionadas em seu mercado de atuação.

É importante destacar que pelo fato do *Lean Manufacturing* se tratar de um conceito de gestão, assim como evidenciado por Pettersen (2009), para que se obtenha sucesso em sua implantação é necessário que a organização mude sua cultura organizacional de forma alinhá-la com os princípios da cultura *Lean*.

Uma das ferramentas mais populares do conceito de manufatura enxuta é o chamado Mapa de Fluxo de Valor. Conforme apontam Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que auxiliar o gestor a enxergar e entender todo o fluxo de material e de informação que são inerentes a um determinado processo, tendo por objetivo identificar os pontos de desperdício existentes e eliminá-los ao montar um mapa do processo futuro.

Deste modo e ainda segundo Rother e Shook (2003) o fato da execução do mapeamento do fluxo de valor em uma organização possibilitar a identificação do fluxo de produção, dos pontos de desperdício e possíveis melhorias no processo acaba por trazer diversos benefícios a organização que também se traduzem em vantagem competitiva.

No entanto, considerando o alto grau de dificuldade dos desafios inerentes à implantação desse conceito e de suas ferramentas em uma organização, seus gestores podem se deparar com a seguinte problemática: De que maneira se pode mapear o fluxo de valor do processo de uma de maneira a torná-la mais competitiva?

Desse modo, essa pesquisa norteia-se em como aplicar um Mapa de Fluxo de Valor contextualizando em uma indústria de grande porte do setor de fabricação de equipamentos elétricos situada no Paraná.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 *Objetivo Geral*

O presente trabalho tem como objetivo principal realizar um Mapa de Fluxo de Valor (MFV) em uma indústria do setor de fabricação de equipamentos elétricos situada no estado do Paraná.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

De maneira a atingir o objetivo principal proposto no trabalho, os seguintes objetivos específicos esperam ser alcançados:

- a) Obter a família de produtos a ser mapeada;
- b) Descrever o processo produtivo do produto escolhido na etapa anterior;
- c) Obter o Mapa de Fluxo de Valor do processo escolhido;
- d) Dispor de uma análise sobre suas capacidades, restrições e pontos críticos;
- e) Sugerir ações de melhorias que promovam um melhor desempenho do processo analisado;
- f) Apresentar o Mapa de Fluxo de Valor do estado atual do processo.

1.2 JUSTIFICATIVA

Do ponto de vista acadêmico, a justificativa deste trabalho refere-se ao fato de possibilitar a verificação dos resultados práticos obtidos através da aplicação da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor em uma organização de grande porte. Por sua vez, sob a perspectiva profissional, justifica-se pelo fato de possibilitar a execução de uma análise detalhada de um processo específico da organização, verificando, entre outras informações, suas características, capacidades e restrições.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia foi estruturada em 5 capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1: apresenta a contextualização seguida da problemática de pesquisa, justificativa, assim como seu objetivo geral e específicos.

Capítulo 2: expõe o referencial teórico do tema estudado, trazendo conceitos referentes à manufatura enxuta e em especial sobre a ferramenta Mapa de Fluxo de Valor.

Capítulo 3: revela os procedimentos metodológicos, iniciando com o enquadramento metodológico da pesquisa, seguido pela especificação dos métodos de coleta dos dados e, por fim, os passos a serem percorridos para alcançar os objetivos propostos.

Capítulo 4: apresenta a descrição da empresa, seu *mix* produtivo, o método utilizado para elaboração do Mapa de Fluxo de Valor atual e, por fim, elaboração e sugestão de mapa de fluxo futuro.

Capítulo 5: traz um resumo dos principais resultados encontrados seguidos pelas limitações desta pesquisa assim como a sugestão de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM DA MANUFATURA ENXUTA

Até o início do século XX, a realidade enfrentada pelas empresas manufatureiras era completamente diferente do que ocorre atualmente. Neste período, conforme aponta Chiavenato (2014), as organizações eram escassas, de pequeno porte e predominavam as oficinas de artesãos e de profissionais autônomos. Cada parte de um bem de consumo era produzido de maneira artesanal por seu artesão, que por sua vez, possuía seus próprios padrões de medida. Os produtos encomendados pelos clientes eram, então, únicos, e em contrapartida possuíam preço elevado, justamente pelo fato da grande quantidade de horas empregadas em sua produção e pelo baixo volume de produção, uma vez que os projetos de fabricação eram únicos.

Este panorama começou a ser mudado a partir do desenvolvimento dos conceitos da Administração Científica pelo engenheiro norte americano Frederick Taylor. Ainda de acordo com Chiavenato (2014), esta doutrina tinha como preocupação original a eliminação dos desperdícios e das perdas sofridas pelas empresas, consequentemente possibilitando o incremento dos níveis de produtividades por meio de técnicas da engenharia. Sua obra, que passou a ser conhecida como Taylorismo, fundamentou-se no estudo de tempos e movimentos, na divisão do trabalho, dos cargos e tarefas de uma empresa e na padronização dos métodos de produção.

Os estudos de Taylor serviram de base para uma outra revolução, agora capitaneada pelo empresário norte americano Henry Ford: A produção em massa. Ford conseguiu êxito ao adaptar os conceitos desenvolvidos por Taylor na criação de uma linha de produção industrial. Alguns dos conceitos utilizados e adaptados por Ford foram a rigorosa especialização dos operários, uma produção de fluxo contínuo (“empurrado”), a padronização dos produtos e intercambialidade das peças na linha de produção. O chamado Fordismo foi o responsável por colocar a empresa de seu fundador como uma das maiores corporações de seu tempo, tanto em volume de produção quanto em faturamento, além de sobreviver à crise de 1929 (FORD, 2018).

No lado oriental do globo, uma outra montadora passava por uma situação completamente diferente da vivenciada pela Ford. Desde a sua fundação pela família Toyoda no ano de 1937, a Toyota Motor Company vivia um período turbulento na primeira metade do século XX. Durante os anos 30 e 40 e devido a eclosão da Segunda Guerra Mundial, a companhia foi proibida de produzir seus carros de passeio e passou a fazer parte do esforço de guerra organizado pelo governo japonês, sendo obrigada a produzir somente produtos destinados a fins bélicos (WOMACK *et. al.*, 1992).

O fim da guerra também não trouxe boas notícias à empresa. O ano de 1949 marcou uma queda brusca nas vendas da empresa que acarretou o desligamento de grande parte dos trabalhadores da empresa. A Toyota produziu 2.685 automóveis no ano de 1950. Em comparação, a fábrica de Rouge da Ford produzira 7.000 unidades em um único dia (WOMACK *et. al.*, 1992).

Grande estudioso do método de produção empregada pela Ford em sua fábrica mais produtiva fábrica, Eiji Toyoda juntamente com Taiichi Ohno perceberam que seria impossível emular o sistema de produção em massa norte-americano no Japão por vários motivos, mencionados por Womack *et. al.* (1992):

- a) A economia do país encontrava-se devastada pelo fim da Segunda Guerra Mundial, impossibilitando a importação de novas tecnologias de fabricação;
- b) As novas leis trabalhistas acabaram com a cultura de tratar a mão de obra como peça intercambiável e descartável como ocorria em outros tempos. O poder de barganha dos sindicatos crescera e as restrições para demissão aumentaram;
- c) O mercado doméstico era limitado e havia um alto custo de combustível no país.

Este cenário foi fundamental para que a Toyota buscasse desenvolver um sistema de produção diferente daquele utilizado pela Ford, cujo foco consistia exclusivamente na capacidade e no volume de produção de seu maquinário (SHIMOKAWA e FUJIMOTO, 2011).

Deste modo, Toyoda e Ohno observaram que a melhor maneira de tornar a empresa produtiva consistia no aumento da produtividade de seus operadores e na redução dos desperdícios dos processos executados. Para alcançar estes objetivos e, em razão das restrições de capital e de equipamentos enfrentadas, lhe restava a alternativa de executar sua produção em pequenos lotes. Como consequência, foi

possível eliminar os gastos com os estoques excessivos e sua armazenagem, assim como reduzir os desperdícios e reduzir as falhas dos produtos fabricados (HOLWEG, 2007).

O Sistema Toyota de Produção (STP) começava, então, a tomar forma, uma vez que as ideias de fabricação em pequenos lotes e de flexibilidade produtiva ajudaram a criar os dois pilares deste sistema: O *Just-in-Time* (JIT) e a autonomação (*Jidoka*) (HOLWEG, 2007).

De acordo com Ohno (1997), o JIT (ou, em português, “na hora certa”) defende o conceito de que as partes utilizadas na execução de determinado processo devem estar disponíveis no momento e na quantidade exata. Já a autonomação, é conhecida como a automação com um toque humano e consiste na criação de um conjunto de práticas capaz de fornecer aos operadores de uma linha de produção a habilidade de detectar falhas e de ter a autonomia de parar a linha de produção enquanto esta falha não for solucionada.

2.2 PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Uma vez apresentados os detalhes, objetivos e benefícios do emprego da manufatura enxuta, surge o questionamento de como implantar os seus conceitos em uma organização. Neste contexto, Womack e Jones (2004) definiram cinco conceitos – ou princípios – fundamentais que resumem o pensamento enxuto e norteiam as organizações quanto à implantação dos conceitos da manufatura enxuta em sua estratégia de produção. Estes cinco conceitos podem ser visualizados de maneira mais a seguir.

2.2.1 Valor

O princípio de definição de valor é o ponto de partida do pensamento enxuto. A manufatura enxuta entende que valor é determinado pelo cliente – e não pela própria organização – no momento em que este decide qual produto atenderá suas necessidades, o preço que está disposto a pagar para obtê-lo e o momento em que sua compra é necessária.

Por ser algo determinado pelo cliente, cabe à organização identificar quais as necessidades de seus clientes, qual a melhor maneira de satisfazê-las e qual o

valor a ser cobrado para tal, por meio de seus produtos. Assim, eliminar processos que não agreguem valor ao produto é uma das principais tarefas da empresa para manter-se competitiva.

2.2.2 *Fluxo de Valor*

Conforme acrescentado por Rother e Shook (2003), o conceito de Fluxo de valor pode ser caracterizado como “toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto”. Estes fluxos são: 1) o fluxo de produção, desde a matéria prima até o cliente final; 2) o fluxo do projeto do produto, que compreende desde o projeto do produto até seu lançamento.

É possível caracterizar três tipos de atividades inerentes ao processo de produção em relação ao seu fluxo de valor. São elas: a) Atividades que não agregam nenhum valor e por isso devem ser eliminadas; b) Atividades que não agregam valor, mas sua existência é necessária pois estão relacionadas com o fato de garantir a qualidade do produto; c) Atividades que agregam valor.

Ainda segundo Rother e Shook (2003), o fato de identificar e mapear da maneira corretamente o fluxo do produto da organização torna-se fundamental para enxergar os desperdícios existentes no processo atual e posteriormente definir oportunidades de melhoria para eliminá-los tornando o novo fluxo de valor melhor otimizado.

2.2.3 *Fluxo*

Uma vez com seu estado atual mapeado e seu estado futuro proposto e implantado (através da eliminação de desperdícios), a última etapa consiste em garantir que este novo fluxo de valor seja executado de maneira harmônica até a chegada do produto final ao seu respectivo cliente.

2.2.4 *Produção puxada*

Ainda de acordo com Womack e Jones (2004), uma produção do tipo puxada significa que a produção de um bem ou serviço não deve ser iniciada sem que tenha sido demandada pela sua etapa posterior. Em outras palavras, a

produção da empresa deve ser iniciada de acordo com a demanda imposta por seu cliente final.

2.2.5 Busca da perfeição

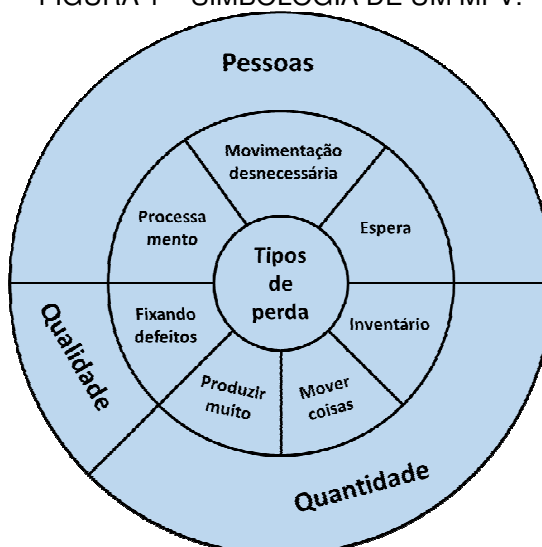
Por fim, o último princípio da manufatura enxuta e do *Lean Thinking* refere-se a busca constante pela perfeição dos processos, que neste contexto tem uma conotação dinâmica. A cada momento que um estágio é atingido, um novo objetivo deve ser proposto a equipe de trabalho de maneira que sempre haja uma evolução no sentido de reduzir os desperdícios da organização.

2.3 DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO

Corrêa e Corrêa (2012) mencionam que o desperdício é um fator inerente a um processo e pode ocorrer de várias maneiras: Desde os desperdícios visíveis na forma de refugos, defeitos ou sucatas, até em outras situações que não são visíveis, como o desperdício por tempo perdido.

Tal como sugere Werkema, “no cerne do *Lean Manufacturing* está a redução dos sete tipos de desperdício identificados por Taiichi Ohno” (2011, p. 13). Os desperdícios identificados por Ohno são detalhados abaixo, onde são separados em três grupos distintos: Os relacionados às pessoas, a quantidade e a qualidade.

FIGURA 1 – SIMBOLOGIA DE UM MFV.



FONTE: Ohno (1997)

2.3.1 *Processamento*

É o desperdício relacionado a existência de processos excessivos ou desnecessários à produção, que não agregam valor ao produto final e que, conseqüentemente, não deveriam existir (SOUZA, 2016). Este tipo de desperdício também pode estar relacionado a limitações dos equipamentos fabris disponíveis, assim como aos métodos de produção empregados.

2.3.2 *Movimento desnecessário*

Refere-se ao desperdício ocasionado pela movimentação de pessoas durante o processo produtivo pelos mais variados motivos, como por exemplo, ao realizar a seleção ou busca de uma determinada ferramenta ou peça sobre a sua bancada de trabalho (BASTOS, 2012). Em suma, refere-se à execução de qualquer movimento que não agregue valor ao produto fabricado.

2.3.3 *Espera*

Este tipo de desperdício ocorre quando não há nenhuma atividade (processamento, transporte ou inspeção, por exemplo) sendo executada e os operadores ou máquinas estão à espera de algo que viabilize a produção (BASTOS, 2012).

Em geral, existem três tipos de desperdício por espera: No processo, quando há a falta ou atraso de matéria prima para seguimento da produção; do lote, quando determinada quantidade de peças que já foram processadas aguardam o restante das peças do lote passarem por este processo para dar prosseguimento ao fluxo produtivo; do operador, quando este acaba por não executar nenhuma atividade produtiva.

2.3.4 *Inventário*

Além de ocultarem outros tipos de desperdício, uma alta quantidade de inventário (ou estoques) acaba por ocasionar um aumento dos custos com investimento em produtos que poderiam ter sido vendidos (e, conseqüentemente,

gerado entradas financeiras para a empresa), e de espaço. A eliminação de outros tipos de desperdícios acaba por ocasionar, de maneira geral, a redução do inventário da empresa (CORRÊA E GIANESI, 1993).

2.3.5 *Transporte*

Trata-se do desperdício por transporte de matéria-prima e de produtos acabados ou demais componentes utilizados nos processos de fabricação. Apesar de ser impossível eliminar atividades de transporte em um ambiente produtivo, este tipo de ação deve ser reduzido ao máximo por não agregar valor ao produto e por serem vistas como desperdícios de tempo e de recursos (CORRÊA E GIANESE, 1996).

2.3.6 *Excesso de produção*

Este tipo de desperdício ocorre pela produção de uma quantidade acima do volume demandado pelo cliente, interno ou externo, ou pela produção antecipada de determinado material, que neste caso fica em estado de espera até ser consumido pela próxima etapa produtiva (LIMA *et. al.*, 2016).

Há, conseqüentemente, um aumento dos custos necessários para a manutenção deste estoque, tais como o de energia, armazenamento, perdas por deterioração entre outros.

2.3.7 *Defeitos*

O desperdício por defeitos tem relação direta com a qualidade dos produtos fabricados. Pode ser considerado como um dos desperdícios que mais oneram as organizações, uma vez que, pela necessidade de reparo ou sucateamento de peças defeituosas implica em desperdício com materiais, disponibilidade de mão de obra, equipamentos, inspeção, entre outros (CORRÊA E GIANESI, 1996).

2.4 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

2.4.1 *Mapa de Fluxo de Valor*

Uma das ferramentas mais conhecidas da manufatura enxuta é o chamado Mapa de Fluxo de Valor (MFV) ou *Value Stream Mapping* (VSM). De acordo com Rother e Shook (2003) esta é uma ferramenta que é capaz de auxiliar os gestores a enxergar e compreender o fluxo de materiais e de informações existentes em um processo na medida em que determinado produto segue seu fluxo de valor.

Assim, o MFV consiste em uma ferramenta capaz de mapear e representar visualmente todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor de uma linha produtiva, contemplando desde a chegada da matéria-prima até a entrega do produto ao cliente final.

Neste sentido, Luz e Buiar (2004) ainda acrescentam que o MFV também pode ser descrito como uma ferramenta de planejamento, comunicação e gerenciamento de mudanças, uma vez que tem o poder de direcionar as decisões da organização em relação ao fluxo de seu processo produtivo. Este fato, por sua vez, se reverte em ganhos de competitividade pela empresa.

Ainda de acordo com Rother e Shook (2003), o fato desta se tratar de uma ferramenta essencial se dá, dentre outros fatores, pelos seguintes benefícios por ela proporcionados:

- a) Ajuda a enxergar o fluxo de valor e seu processo como um todo, mais do que simplesmente processos individuais;
- b) Ajuda a mapear e enxergar os desperdícios do processo assim como suas fontes;
- c) Mostra a relação entre o fluxo de informações e de materiais existentes no processo;
- d) Torna as decisões sobre os fluxos visíveis e, conseqüentemente, melhora a análise e discussão acerca do estado atual do processo;
- e) Vai além de mostrar números. O Mapa de Fluxo de Valor é uma ferramenta qualitativa que permite traçar estratégias e apontar exatamente como as metas quantitativas de produção serão alcançadas;
- f) Facilita a implantação de um sistema de produção enxuto.

Ferro (2005) aponta que a grande diferença entre o MFV e o mapeamento de processos consiste no fato de que este último focaliza processos individuais e não o fluxo de informações e de materiais relacionadas as famílias de produtos abordados pelo MFV.

Em síntese, o principal objetivo do MFV é de realizar, de forma relativamente simples, a análise do estado atual do fluxo produtivo da organização e oferecer um conjunto de diretrizes para análise de possíveis melhorias no processo. De posse de tais informações e após avaliadas as opções de melhorias, o MFV auxilia na elaboração do chamado “Mapa do estado futuro”, ou seja, um sistema de produção mais enxuto, cujo fluxo já contempla as mudanças e melhorias observadas na análise anterior.

Rother e Shook (2003) elaboraram um manual prático para a implantação de um MFV. Apesar de ter se passado 15 anos desde seu desenvolvimento pelos autores mencionados, é possível verificar que este método ainda é utilizado em grande parte dos trabalhos atuais que possuem esta temática (Santos, Gohr e Santos, 2011).

O método mencionado possui quatro etapas básicas, sequenciadas de maneira lógica, sendo: (1) seleção de uma família de produtos; (2) mapeamento do estado atual; (3) mapeamento do estado futuro e; (4) plano de trabalho e implantação.

FIGURA 2 – MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM MFV.



FONTE: Rother e Shook (2003).

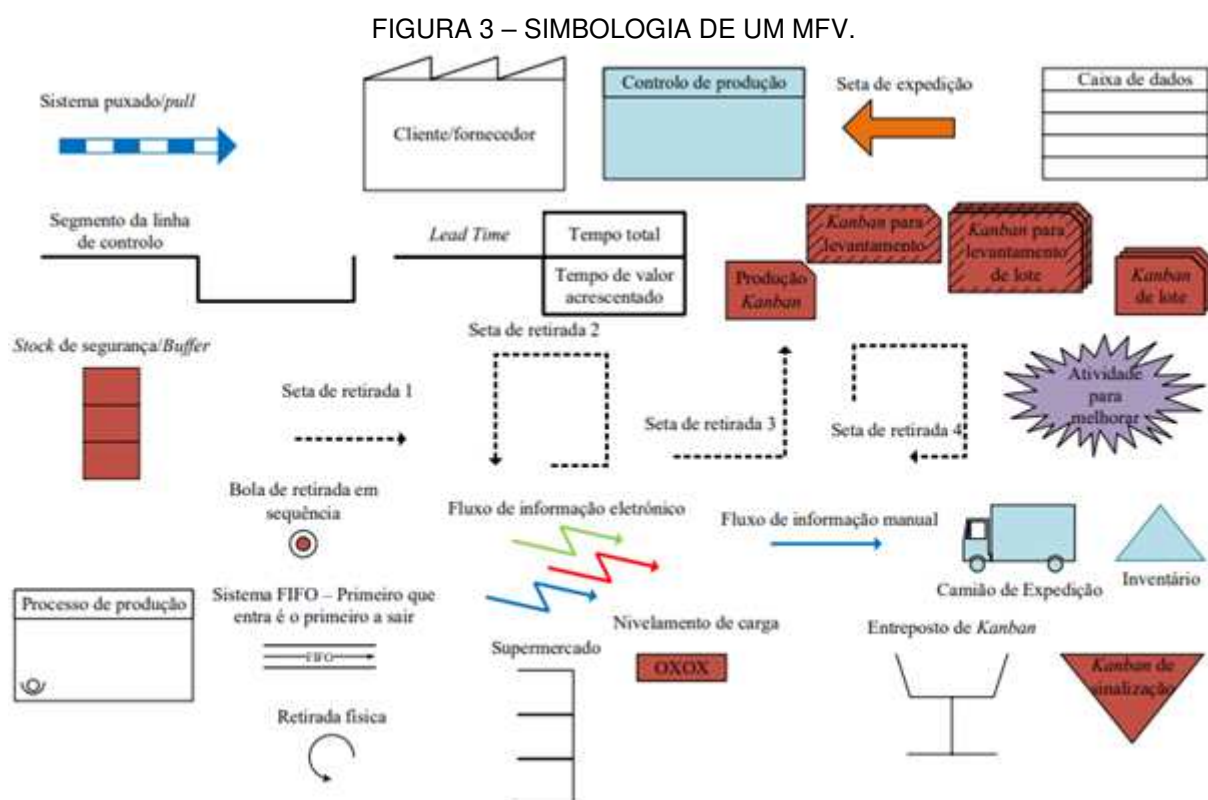
- 1) **Seleção da família de produtos:** Uma família de produtos refere-se a um conjunto de produtos que passam por processos similares de fabricação para serem transformados em produto final (SOARES *et. al.*, 2015). Esta etapa é necessária devido ao fato de que a maioria das organizações possuem um *mix* elevado de produtos manufaturados e, conseqüentemente, diferentes fluxos de valor. Assim, é necessário realizar a escolha de qual fluxo terá seus dados levantados para elaboração do Mapa de Fluxo de Valor.
- 2) **Mapeamento do estado atual:** Mapear o estado atual do processo, identificando os pontos de desperdícios, gargalos e os problemas existentes no processo.
- 3) **Mapeamento do estado futuro:** Projetar a situação futura do processo em questão. Identificados os problemas e pontos de melhoria na etapa anterior, deve-se projetar uma situação onde os processos estejam balanceados e que obedeçam ao ritmo do sistema imposto pelo cliente. É válido destacar que as setas indicando um ciclo entre as etapas 2 e 3 foram inseridas pelos autores no sentido de que assim que a situação futura ser implantada, esta passa a ser a nova situação atual, que deve ser novamente repensada de maneira a tornar este processo um ciclo contínuo.
- 4) **Plano de trabalho e implantação:** Uma vez mapeado o estado ideal que o processo deve possuir, é necessário a elaboração de um plano de trabalho evidenciando as etapas a serem realizadas para que o estado ideal seja alcançado.

Ainda de acordo com Rother e Shooker (2003), os processos de fabricação a serem analisados deverão estar representados no Mapa de Fluxo de Valor de preferência contendo os seguintes dados:

- **Tempo de Ciclo (T/C):** É a expressão de taxa de saída do processo. Refere-se ao tempo decorrido entre um componente e o próximo a ter saída do mesmo processo.
- **Tempo de Troca (T/TR):** Também conhecido como tempo de *setup*, refere-se ao tempo decorrido para se realizar a alteração da produção de um tipo de produto para outro.
- **Disponibilidade:** É o tempo disponível para a produção de determinado produto, considerando os números de turnos de trabalho disponíveis descontados os tempos de paradas planejadas.

- **Índice de qualidade:** Determina a taxa de produtos defeituosos provenientes do processo em questão.
- **Mão de obra:** Refere-se ao número de operadores necessários para a realização do processo.
- **Takt-Time:** É o tempo de ritmo que o processo deve seguir para que, de acordo com a disponibilidade de tempo de fabricação, atender toda a demanda prevista do produto.

Por fim, por se tratar de um mapa, a sua elaboração deve ser pautada na utilização de uma simbologia específica e adequada desenvolvida especificamente para esta finalidade. Esta simbologia é utilizada para visualizar os fluxos de informação e materiais tanto do mapa do estado atual, quanto do estado futuro e pode ser visualizada na imagem abaixo:



FONTE: Silveira (2013).

2.4.2 Kaizen

Assim como apontam Vivan, Ortiz e Paliri (2016), o termo *Kaizen* foi difundido na cultura ocidental a partir do lançamento do livro denominado *Kaizen*:

The Key to Japan's Competitive Success (Kaizen, a Chave para o Sucesso Competitivo Japonês, numa tradução livre), no ano de 1986. Ainda segundo os autores, o termo japonês refere-se à “melhoria contínua”, um método que busca envolver a maior quantidade de participantes de um determinado processo que está sendo analisado para que se criem melhorias em sua execução, a um custo relativamente baixo para a organização.

Prado *et. al.* (2015) corrobora a definição proposta pelos autores anteriores, ao mencionar que o Kaizen significa melhoramento contínuo e continuado, envolvendo todos na organização, de gestores a trabalhadores de linha de frente.

De modo sintetizado, esta ferramenta da manufatura enxuta propõe que os processos sejam monitorados e analisados diariamente em busca de melhorias. O fato do envolvimento de uma grande equipe de operadores dos mais variados níveis tem por objetivo fornecer diferentes perspectivas acerca daquilo que está sendo analisado, resultando em proposta de melhorias mais consistentes e precisas.

Por fim, o grande ponto de utilidade do *Kaizen* refere-se ao fato de que as pequenas melhorias geradas de forma contínua pela equipe acabam por gerar enormes resultados conforme o passar do tempo. É importante destacar que, para seu sucesso, também é de extrema importância que a equipe multifuncional formada tenha total suporte da alta administração da empresa para uma tomada de decisão rápida, alcançando os objetivos propostos pelas melhorias (JUGEND, SILVA e MENDES, 2006).

2.4.3 Kanban

Outra importante ferramenta da manufatura enxuta é o *Kanban*, termo japonês que literalmente significa “sinal”. Trata-se de um dispositivo sinalizador que tem por objetivo autorizar e dar instruções para a produção ou para a retirada de itens de um determinado sistema puxado (WERKEMA, 2006).

Segundo Tubino (2007), o *Kanban* foi projetado para que possa ser utilizado juntamente com a filosofia *Just-in-Time*, uma vez que a autorização entre produzir ou movimentar determinado produto somente deve ser executada no tempo correto, ou seja, quando o cliente interno ou externo assim o solicitar.

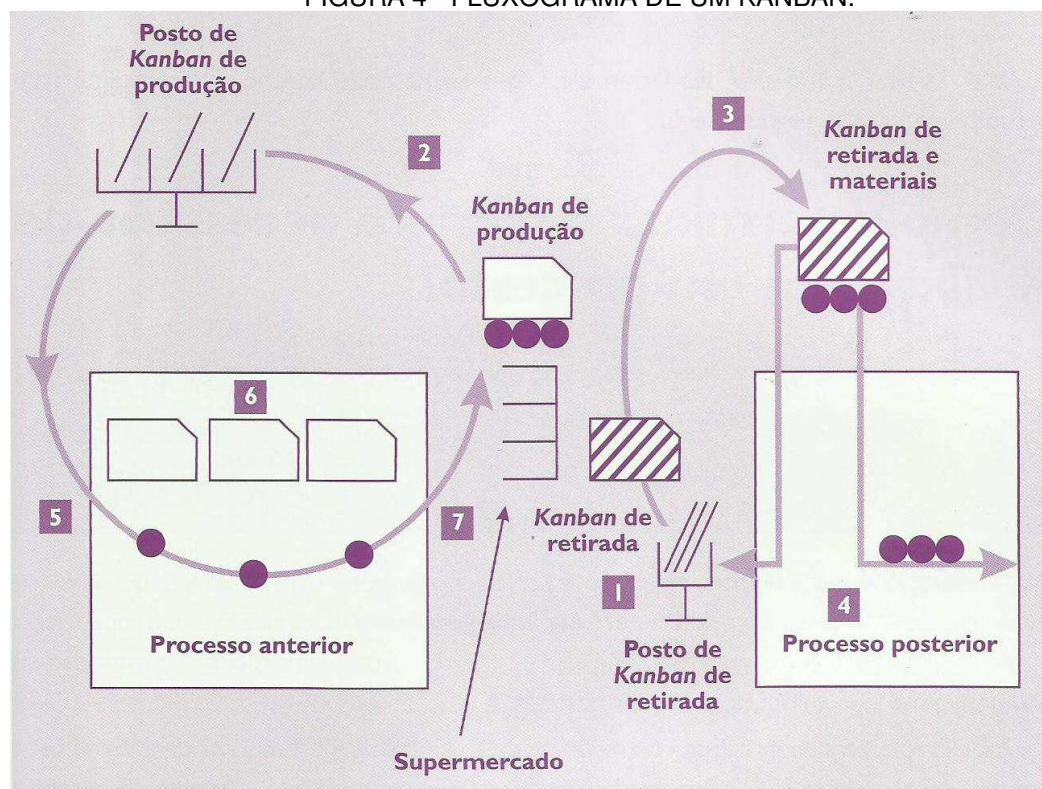
A maneira mais comum de serem encontrados nas empresas são em formas de simples cartões de papelão protegidos por algum tipo de envelope

plástico. As informações que podem constar em cada cartão de *Kanban* variam entre cada organização, mas de modo geral, os seguintes itens são evidenciados: nome e código da peça, o fornecedor externo ou interno, o local onde deve ser armazenado e a etapa de processo em que é consumido.

Ainda segundo Werkema (2006), o sistema de *Kanban* funciona de acordo com as etapas e fluxogramas apresentados a seguir:

- a) Um operador do processo posterior é encarregado de levar os *Kanbans* de retirada até o supermercado do processo anterior. No supermercado, cada contêiner do material em questão possui um cartão *Kanban* anexado a ele;
- b) Assim que o operador do processo posterior retira os itens requisitados do supermercado, o *Kanban* de produção é destacado do contêiner e colocado no posto de *Kanban* da produção que acabou de ser destacado;
- c) Após a comparação das informações entre os dois *Kanbans*, feita com o objetivo de se evitar erros de produção, o *Kanban* de retirada é anexado ao contêiner, em substituição ao *Kanban* de produção que acabou de ser destacado;
- d) No processo posterior, quando o contêiner de material é utilizado, o *Kanban* de retirada é desanexado e colocado no posto de *Kanban* de retirada;
- e) No processo anterior, os materiais são fabricados na mesma ordem de chegada dos *Kanbans* de produção;
- f) Os materiais produzidos e seus respectivos *Kanbans* de produção são movimentados juntos durante todo o processamento;
- g) Por fim, os materiais acabados e seus respectivos *Kanbans* de produção são colocados no supermercado, onde um operador do processo posterior pode retirá-los e reiniciar o ciclo.

FIGURA 4 - FLUXOGRAMA DE UM KANBAN.



FONTE: Werkema (2006).

2.4.4 5S

A filosofia 5S tem como objetivo principal promover e manter a organização das áreas de trabalho de uma empresa, tanto administrativas quanto de manufatura, de modo a torná-las mais eficientes por meio da eliminação de materiais obsoletos, da identificação e padronização dos materiais e ferramentas utilizados na execução das tarefas, da execução constante de limpeza e organização no local de trabalho, assim como o desenvolvimento de uma cultura e de um ambiente que proporcione aos operadores saúde física e mental, além da manutenção da ordem implementada (CARVALHO, 2011).

O nome 5S refere-se ao fato de que esta ferramenta consiste na aplicação de 5 “senso”, palavras de origem japonesa que começam com a letra “s”. A tabela 1 abaixo sintetiza cada um destes cinco senso.

TABELA 1 - TRADUÇÃO DOS TERMOS DO 5S.

Palavra Japonesa	Tradução	Significado
Seiri	Senso de Utilização	Separar o material necessário do desnecessário, descartando este último.
Seiton	Senso de Organização	Organizar os materiais, definindo um lugar específico para cada item.
Seiso	Senso de Limpeza	Limpar e identificar cada item
Seiketsu	Senso de Padronização	Criar e seguir um padrão resultante do desempenho adequado nos três primeiros sentidos.
Shitsuke	Sento de Autodisciplina	Estabelecer a disciplina de modo a manter os quatro primeiros sentidos ao longo do tempo.

FONTE: Werkema (2006) adaptado pelo autor.

2.4.5 *Just in Time*

O *Just in Time* é uma das bases do chamado Sistema Toyota de Produção e implementação e desenvolvimento levou mais de vinte anos de trabalho (Buiar e Abreu, 1999). Assim como várias outras ferramentas da manufatura enxuta, esta filosofia de trabalho surgiu no Japão, mais especificamente nas montadoras de automóveis do país, que necessitavam reduzir seus custos de modo a tornarem-se competitivas no mercado global.

Taiichi Ohno (1997, p. 26) define o *Just in Time* da seguinte maneira:

“*Just in Time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça este fluxo pode chegar ao estoque zero. (...) para produzir usando o *Just in Time* de forma que cada processo receba o item exato necessário, quando ele for necessário, e na quantidade necessária, os métodos convencionais de gestão não funcionam bem.”

De maneira geral, esta filosofia tem por objetivo realizar a melhoria contínua dos processos produtivos através da redução dos estoques, que tendem a camuflar diversos problemas encontrados em uma empresa (CORRÊA E GIANESI, 1996).

Por se tratar de um sistema de produção que pretende reorganizar processos que vão desde ao Planejamento e Controle da Produção da produção até a gestão de suprimentos, para que sua implantação tenha êxito, torna-se essencial que seja construída uma parceria sólida entre empresa e fornecedores. Isso se deve ao fato de que esta filosofia se pauta no compromisso contínuo de entrega de

materiais na quantidade e no horário exato de seu consumo, tornando imprescindível a confiança no fornecedor em relação a prazos de entrega, qualidade e custos do material (KAMINSKI *et. al.*, 2010).

Por fim, e conforme mencionado anteriormente, a principal vantagem deste sistema refere-se à redução de desperdícios e dos diversos tipos de estoque de uma empresa. Também é importante ressaltar que este modelo de gestão tem como base o de produção puxada (*pull system*) isto é, o produto somente deve ser fabricado quando feita uma solicitação para tal (KAMIYA *et. al.*, 2010).

2.4.6 SMED (*Single Minute Exchange Die*) ou Troca Rápida de Ferramenta

Algumas das principais características de um sistema de manufatura enxuta são a produção puxada, a entrega dos recursos no tempo e quantidade correta (*Just in Time*) e a produção de produtos em pequenos lotes. Desta maneira, a redução no tempo de troca de ferramentas (também conhecido como tempo de *setup*) é de extrema importância para a eficácia de um sistema *Lean* (SHINGO, 1996).

Neste sentido a Troca Rápida de Ferramenta (TRF), também conhecida pelo seu acrônimo inglês SMED – *Single Minute Exchange Die*, torna-se uma excelente ferramenta a fim de reduzir o tempo gasto através da execução de *setups* em máquinas e equipamentos, propiciando um melhor ambiente para implantação da manufatura enxuta, além de aumentar a flexibilidade das respostas de produção originadas das constantes e rápidas mudanças no mercado (FOGLIATTO e FAGUNDES, 2003).

Em suma, a TRF refere-se a uma técnica que tem o intuito de identificar e eliminar os desperdícios de tempo empregados na troca de *setups* (ETI *et. al.*, 2004).

Ainda segundo Shingo (1996), as operações de *setup* podem ser em dois tipos, que são:

- **Setup interno:** Operações que somente podem ser executadas quando o equipamento encontra-se desligado;
- **Setup externo:** Operações que podem ser executadas enquanto o equipamento estiver executando sua função;

Por sua vez, e ainda de acordo com este autor, a TRF apresenta quatro estágios básicos para sua aplicação, que são descritos a seguir:

- Estágio inicial: As condições que caracterizam os *setups* interno e externo não possuem distinção.

Neste estágio não há diferença entre *setups* internos e externos. Muitas das ações que poderiam ser executadas como *setup* externo são, em vez disso, executadas apenas quando o equipamento não está operando, aumentando desnecessariamente o tempo de preparação da operação.

- Estágio 1: Separar os *setups* interno e externo.

Trata-se do estágio mais importante para a implantação da TRF. Neste estágio é realizada a separação das operações que utilizam *setup* interno das que possuem *setup* externo.

- Estágio 2: Converter o *setup* interno em externo.

É realizada uma análise minuciosa da operação de *setup* com o objetivo de identificar e converter atividades de característica interna para externa.

- Estágio 3: Racionalizar os aspectos referente a operação de *setup*.

Esta etapa consiste em examinar as eventuais operações que necessitam de *setup* interno ou externo a fim de se observar novas oportunidade de melhorias.

2.4.7 Poka-Yoke

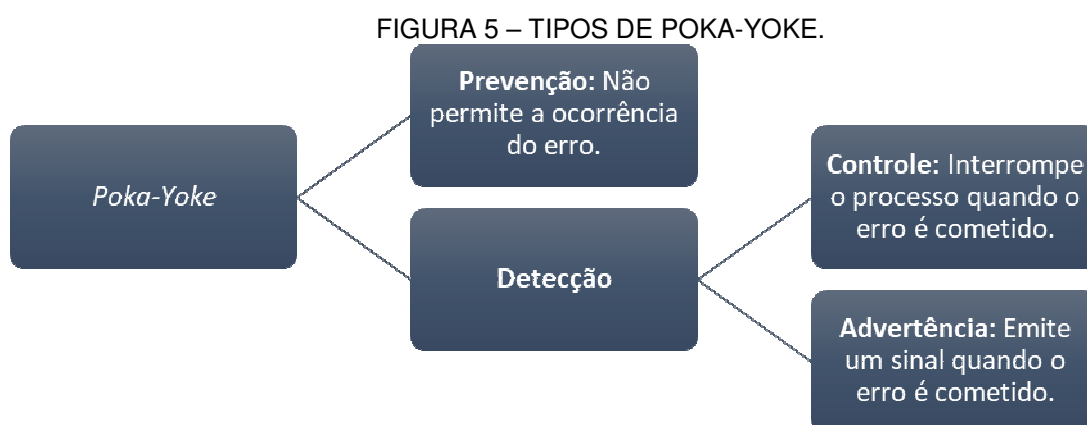
O *Poka-Yoke* é um termo de origem japonesa que significa “à prova de erros” (em inglês, *error proofing* ou *mistake proofing*). Esta ferramenta consiste em um conjunto de procedimentos – ou de dispositivos – que tem como objetivo detectar erros em determinado processo antes que estes se tornem em defeitos que, por sua vez, podem ser percebidos pelos clientes, tanto internos quanto externos (WERKEMA, 2006).

É importante salientar que um dispositivo *Poka-Yoke* por si só não é um sistema de inspeção, mas um método pelo qual se pode evitar a ocorrência de defeitos ou erros e que pode ser utilizado para satisfazer uma determinada função de inspeção. Resumidamente, a inspeção é o objetivo, o sistema *Poka-Yoke* é, simplesmente, o método (SHINGO, 1986).

Werkema (2006), relata que um sistema *Poka-Yoke* podem pertencer a uma das duas categorias mencionadas abaixo:

- **Poka-Yoke de prevenção:** Neste caso, o sistema emprega um determinado método que não permite a ocorrência do erro. Um exemplo dessa aplicação seria um dispositivo USB (*Universal Serial Bus*) possui um *design* específico de modo que só há uma maneira de encaixá-lo em uma porta de entrada USB.
- **Poka-Yoke de detecção:** Este tipo de sistema emprega um determinado método que interrompe o processo ou emite algum tipo de sinal (sonoro ou luminoso, por exemplo) quando um determinado erro é cometido, de modo que o operador possa corrigí-lo rapidamente. Um exemplo dessa aplicação seria o alerta que surge no painel de um veículo ao detectar que algum passageiro não está utilizando o cinto de segurança.

A figura abaixo sintetiza os tipos de *Poka-Yoke* existentes de acordo com o autor mencionado:



FONTE: Werkema (2006) adaptado pelo autor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

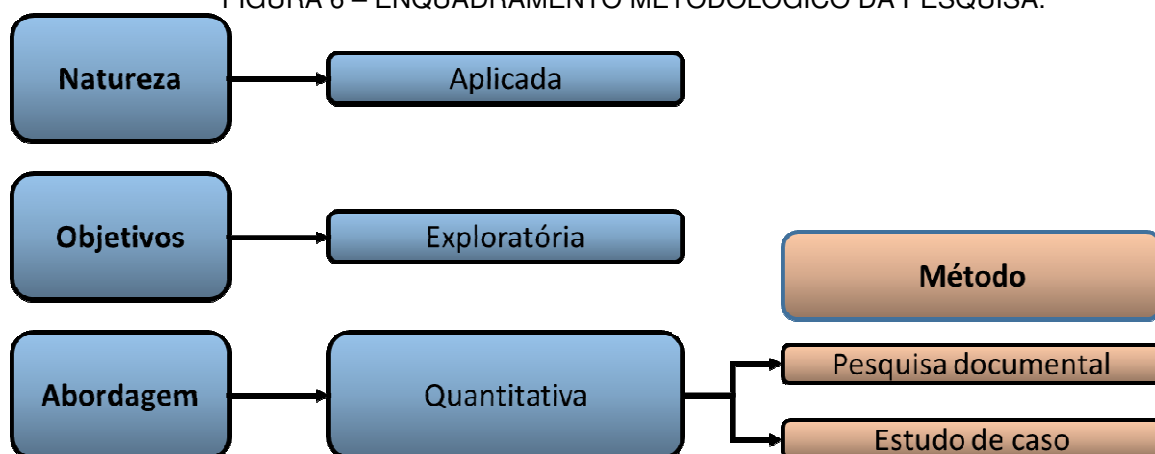
Conforme apontado por Gil (2017) uma pesquisa refere-se a um processo formal e sistemático desenvolvido por meio de determinado método científico e que busca responder a alguma pergunta previamente elaborada. Andrade (2010), por sua vez, salienta que uma pesquisa pode ser definida como a estruturação de um conjunto de procedimentos executados de forma sistemática, expostos de maneira lógica que têm por objetivo a descoberta de soluções para determinados problemas.

O enquadramento desta pesquisa quanto a sua natureza, objetivos e abordagem foi realizado tendo os conceitos apresentados por Silveira e Gerhardt (2009) como base. Com relação a sua natureza, esta classifica-se como aplicada, uma vez que tem por objetivo gerar conhecimento por meio de aplicação prática e por ter objetivos direcionados à resolução de problemas específicos. Com relação ao seu objetivo, classifica-se como exploratória, uma vez que pretende explorar o uso de uma ferramenta da Manufatura Enxuta em um determinado contexto previamente escolhido pelo autor.

Sua abordagem é classificada como quantitativa, por centrar-se na objetividade, por possuir resultados que serão devidamente quantificados e que serão devidamente coletados por meio de um procedimento técnico específico. Este procedimento, por sua vez, pode ser classificado como um estudo de caso e como documental, posto que se trata de um estudo de que visa conhecer em profundidade as características de uma determinada situação e que foram analisados dados de uma determinada organização para a execução do trabalho.

O fluxograma abaixo representado na figura 6 e elaborado pelo autor com base nos autores mencionados previamente representa resumo de maneira geral o enquadramento metodológico utilizado nesta pesquisa.

FIGURA 6 – ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA.



FONTE: Autor, adaptado de Silveira e Gerhardt (2009).

No caso específico deste trabalho de pesquisa, tomou-se o cuidado de elaborá-lo de acordo com o método informado pelos autores citados anteriormente. Desde a concepção do projeto até o presente momento, as etapas que seguem para a finalização do trabalho foram sistematicamente planejadas de modo a se atingir os objetivos propostos.

3.2 COLETA DE DADOS

Parte fundamental de um projeto de pesquisa refere-se a coleta dos dados que serão utilizados para se extrair as informações necessárias ao cumprimento do objetivo da pesquisa (NASCIMENTO *et. al.*, 2007).

Para que haja a possibilidade de se elaborar o MFV de estado atual e futuro e, conseqüentemente, alcançar os objetivos propostos neste trabalho, torna-se imprescindível a elaboração de um método para a coleta de determinados dados do processo produtivo da empresa estudada.

Existem vários instrumentos que podem ser empregados pelo pesquisador com o objetivo de extrair os dados necessários para sua pesquisa, mas é importante que sua escolha não seja realizada de maneira aleatório (OLIVEIRA *et. al.*, 2016). Cabe então ao pesquisador analisar as ferramentas disponíveis a fim de verificar a que melhor se adequa ao objetivo da sua pesquisa.

Após análise das ferramentas disponíveis, para a execução da coleta dos dados utilizados nesta pesquisa foram selecionados dois instrumentos: O formulário

de coleta de dados, e a realização de uma entrevista semiestruturada. Vale ressaltar que os dois arquivos mencionados encontram-se nos apêndices desse trabalho.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Por fim, elaborou-se um método a ser seguida para a coleta dos dados necessários, que pode ser verificada na figura abaixo:

FIGURA 7 – MÉTODO PARA COLETA DE DADOS.



FONTE: Autor (2018).

- 1) Uma vez listadas, as opções de coleta de dados disponíveis foram avaliadas no sentido de se determinar quais as melhores opções a serem utilizadas. Determinou-se então que esta etapa seria realizada por meio de um formulário juntamente com uma entrevista semiestruturada;
- 2) Definidas as ferramentas a serem utilizadas, a próxima etapa referiu-se ao desenvolvimento do material a ser utilizado *in loco* para a obtenção dos dados necessários. O arquivo gerado nesta etapa pode ser visualizado na seção de apêndices deste trabalho;
- 3) De posse do material elaborado, realizou-se a coleta de dados na organização. Para tal, inicialmente foi realizada uma entrevista com o supervisor da área para que os dados de cunho qualitativo relacionados ao processo produtivo estudado fossem levantados. Posteriormente, o formulário possibilitou a coleta dos dados de cunho quantitativo, tanto do processo como do departamento da organização em que o mesmo é realizado;
- 4) Por fim, os dados foram utilizados para a elaboração do MFV de estado atual e futuro, assim como para a obtenção de demais *insights* apresentados nos capítulos a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A EMPRESA

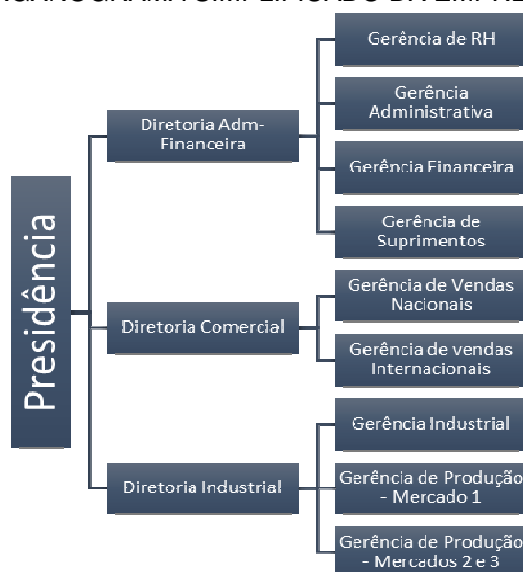
A empresa que serviu como objetivo de estudo para a realização deste trabalho é parte de um grupo cuja fundação remonta ao ano de 1962, tem como sede a região norte do estado do Paraná e é considerada um dos maiores fabricantes de equipamentos elétricos do país.

Com o passar dos anos, contudo, identificou-se a possibilidade da diversificação das atividades da organização por meio da criação de novas empresas, que passariam a atuar em setores adjacentes ao seu mercado principal. Assim, ficaria mais fácil obter ganhos através da sinergia gerada entre as operações das empresas do grupo. Além da região sul, as outras empresas do grupo possuem operações nas regiões sudeste e centro oeste do país.

Assim como a sede da organização, a empresa estudada neste trabalho também possui sua unidade fabril localizada na região norte do estado do Paraná, e opera em um turno que conta com aproximadamente dois mil trabalhadores diretos.

A organização tem um comando familiar, tendo como presidente o descendente de um de seus fundadores. O organograma organizacional da unidade estudada, contemplando a divisão dos departamentos existentes pode ser verificado na figura 8:

FIGURA 8 – ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO DA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO.



FONTE: Autor (2018).

Uma das maiores peculiaridades da organização refere-se a enorme gama de produtos que por ela são manufaturados e vendidos em seu mercado de atuação. Cada produto, independente de qual linha pertença, é identificado pelo seu número de projeto, que contém todas as informações necessárias para sua produção: Quantidade de materiais consumidos, tempo de processos, custo de fabricação, entre outros.

Apesar da existência de projetos que possuam grande parte de suas características em comum, o fato de um produto ter um projeto diferente de outro o torna único de alguma maneira, seja por um ou vários detalhes que influenciam diretamente alguma de suas características construtivas.

De modo geral, os produtos fabricados pela empresa podem ser divididos em três categorias que visam atender três mercados distintos e que são detalhados adiante. Por determinação da organização, algumas informações relacionadas a seus clientes e mercado de atuação consideradas de cunho estratégico foram suprimidas, logo, a descrição das linhas de produtos são apresentadas de maneira geral, de modo a garantir sigilo dos detalhes de maior relevância.

- Produtos para mercado do Tipo 1: São equipamentos que visam atender licitações de empresas públicas nacionais ou internacionais. Os produtos que são destinados a este mercado possuem como características principais uma relativa padronização entre si (ou seja, projetos similares, apesar de não serem totalmente iguais), um menor *Lead Time* produtivo e preço de venda inferior se comparados aos produtos fabricados para outros mercados. Este produto representa cerca de 60% das vendas totais da empresa, fato que o torna o carro-chefe da organização.
- Produtos para mercado tipo 2: Referem-se a produtos com maior grau de especificidade, já que projetados e fabricados mediante pré-requisitos elaborados junto aos clientes. Deste modo e dado ao maior grau de especificação, possuem maior preço e *Lead Time* se comparados aos produtos do mercado tipo 1. Cerca de 30% das vendas anuais se referem a produtos para este tipo de mercado.
- Produtos para mercado tipo 3: Assim como os produtos do mercado tipo 2, os produtos desta característica também são projetados e fabricados seguindo estritamente as especificações solicitadas pelo cliente final. Seu *Lead Time* e preço são em geral os maiores, se comparado aos produtos mencionados

anteriormente. Cerca de 10% das vendas anuais da empresa referem-se a este produto.

A tabela abaixo sintetiza as informações de cada um dos tipos de produtos comercializados de acordo com seu mercado, preço, *Lead Time* e grau de especificação:

TABELA 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS FABRICADOS

Mercado	Característica mercado	Preço	<i>Lead Time</i>	Grau de especificação	Qtd saída
Tipo 1	Público/privado	Baixo	Baixo	Médio	60%
Tipo 2	Privado	Médio	Alto	Alto	30%
Tipo 3	Privado	Alto	Alto	Alto	10%

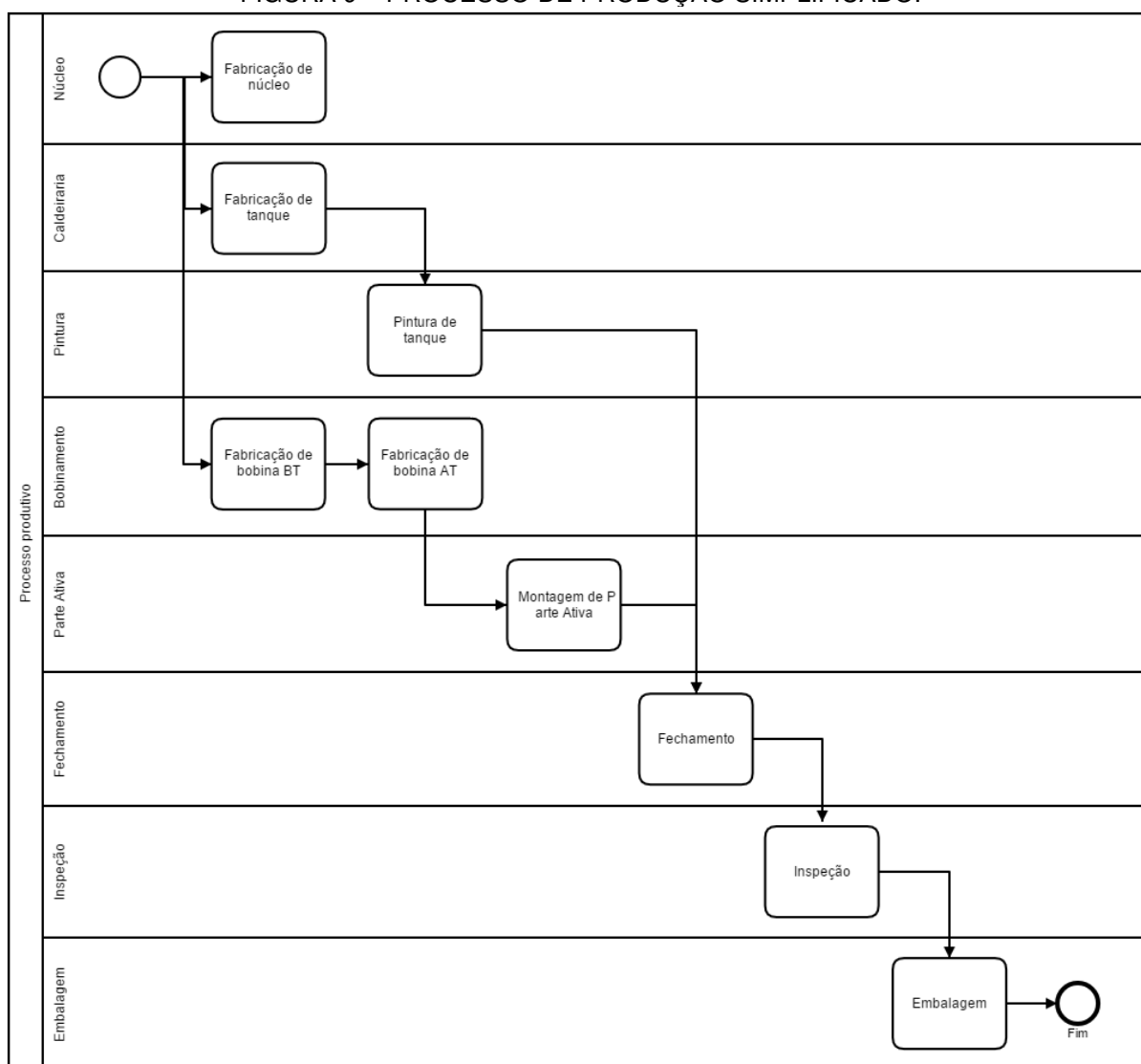
FONTE: Autor (2018).

4.2 PROCESSO PRODUTIVO

Apesar dos três tipos de produtos que são fabricados pela empresa, o processo produtivo empregado na fabricação de cada um dos três grupos é constituído praticamente pelas mesmas etapas. As principais diferenças entre eles referem-se ao tipo de maquinário empregado no processamento das atividades, os materiais utilizados na composição do item, além dos tempos dos processos e, consequentemente, o *Lead Time* do produto.

Neste sentido o diagrama BPMN (*Business Process Model and Notation*) apresentado na figura 9 sintetiza o processo de produção geral utilizado pela organização para fabricar seus produtos.

FIGURA 9 – PROCESSO DE PRODUÇÃO SIMPLIFICADO.



FONTE: Autor (2018).

- Etapa 1 – Fabricação do núcleo, de tanque e de bobina de Baixa Tensão (BT): O processo tem início a partir da ordem de produção do núcleo do produto, composto pelo corte de determinada quantidade de uma chapa de aço silício, realizado por três máquinas distintas e que fazem o processo de maneira automática. Paralelamente a fabricação do núcleo, também são iniciadas a fabricação de seu tanque (pelo setor de Caldeiraria) onde serão armazenados todos os demais componentes do mesmo, assim como a fabricação da primeira bobina (bobina de baixa tensão) utilizada no produto, pelo setor de Bobinamento.
- Etapa 2 – Pintura de tanque e fabricação de bobina de Alta Tensão (AT): O tanque é enviado ao setor de pintura para que o mesmo passe pelo tratamento adequado e seja pintado. Em geral, o processo de pintura ocorre em três etapas:

A primeira refere-se ao jateamento do tanque com granalhas de ferro para retirar as irregularidades do mesmo; A pintura base do material, é então executada por meio da utilização de uma tinta especial utilizada como base; Por fim, o processo é finalizado por meio da aplicação de uma tinta de acabamento, que leva a cor final do produto solicitado pelo cliente e o material é enviado a um pulmão onde permanece em processo de espera até que a tinta esteja seca e possa ser enviado à próxima etapa. Paralelamente a isso, no departamento de bobinamento inicia-se o processo de fabricação da Bobina de AT. A fabricação da bobina AT é realizada sobre a bobina de BT. Isto é, o operador só pode iniciar seu trabalho se o produto fabricado na etapa anterior estiver completamente finalizado.

- Etapa 3 – Montagem de Parte Ativa: De modo geral, esta etapa do processo é responsável por realizar uma série de ligações de modo que o circuito elétrico das duas bobinas seja devidamente ligado de acordo com o projeto. Para realizar esta tarefa, os operadores têm em mãos o desenho do circuito e as respectivas ligações que devem ser feitas para atender aos requisitos do projeto.
- Etapa 4 - Fechamento: Uma vez seco, o tanque é enviado juntamente com a parte ativa (junção das duas bobinas) ao setor de “Fechamento”, cuja função principal refere-se a encaixar a parte ativa no tanque, além de realizar o fechamento do mesmo com sua tampa. Nesta etapa também é adicionado um material isolante e realizados testes de estanqueidade, que visam identificar possíveis vazamentos no tanque após fechado.
- Etapa 5: O tanque já fechado e os componentes em seu interior devidamente instalados são enviados ao setor de Inspeção para que os vários testes de qualidade necessários para que o produto seja liberado à próxima etapa sejam realizados.
- Etapa 6: Uma vez aprovado nos testes, o produto segue para a última etapa, onde é embalado e transferido para o pátio onde aguardará transporte para que seja enviado ao cliente final.

4.3 MFV DE ESTADO ATUAL

4.3.1 *Escolha da família de produtos*

Conforme apontado no capítulo 2.4.1, a primeira etapa a ser realizada na execução de um Mapa de Fluxo de Valor refere-se à escolha da família de produtos que irá ser estudada. No caso específico da organização estudada, este fato torna-se ainda mais complexo devido ao grande *mix* de produtos fabricados.

Para evidenciar esta questão, um mesmo dia de trabalho e a depender da etapa analisada, cerca de até 7 tipos de produtos diferentes podem estar em processo de fabricação. No ano de 2017, por exemplo, somente em relação a produtos fabricados para o mercado do tipo 1 houve uma saída de 205 tipos de produtos distintos.

A escolha da família de produtos da pesquisa ainda passou por uma restrição por parte da organização no sentido de que foi sugerido ao pesquisador a aplicação do MFV em um departamento específico, por questões internas. Este setor tem o nome de “Componentes”.

O setor leva este nome pois é responsável, entre outras funções, por fornecer os materiais secundários (componentes) utilizados em várias etapas do processo produtivo. Assim, entre as responsabilidades da área estão, por exemplo, o recebimento e conferência de determinadas matérias primas e a organização de um grande número de materiais que devem passar por algum tipo de processamento antes de serem enviados à linha de produção.

Em determinado tipo de produto que passa pela etapa de “Montagem de Parte Ativa”, por exemplo, é de responsabilidade do setor separar, organizar e processar os materiais que serão utilizados na etapa mencionada para que o fluxo de processamento possa ser seguido da maneira como está programada.

Os conjuntos de materiais enviados a cada setor também devem obedecer ao princípio *Just in Time* (detalhado anteriormente) da manufatura enxuta, ou seja, devem ser estar disponíveis na área em que serão consumidos na quantidade e na hora exata de seu uso. Neste sentido, também é importante que cada etapa do setor possua um *Takt Time* igual ou inferior à etapa da linha de produção que visa atender.

Também cabe ressaltar que os materiais são enviados obedecendo a programação do dia, conforme instruções das áreas de PCP (Planejamento e Controle da Produção) e de Planejamento de Materiais.

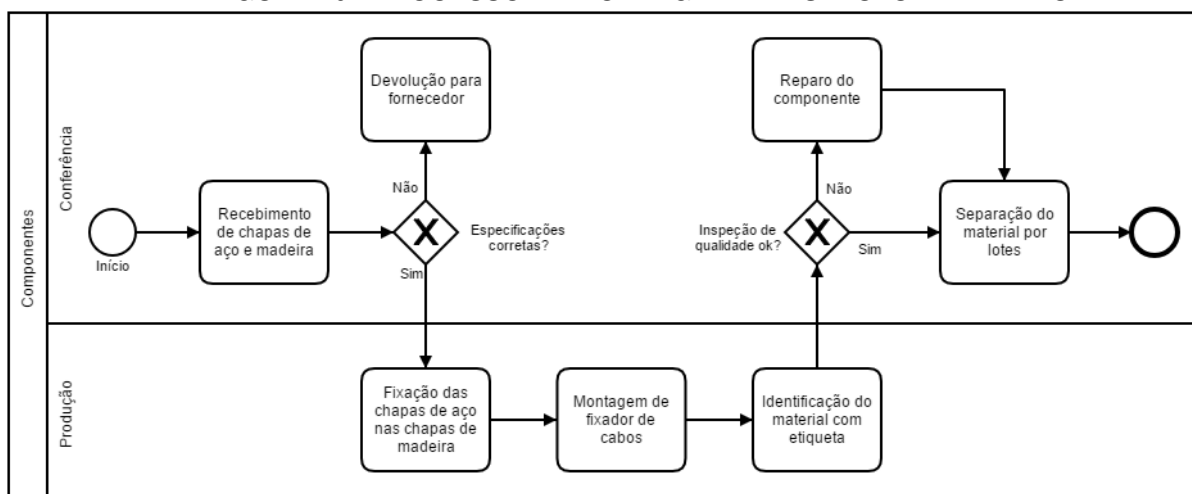
O produto escolhido para ser mapeado é uma estrutura metálica, utilizada no setor de Montagem de Parte Ativa. O produto é acoplado às bobinas de BT e AT e têm a função principal de servir de suporte para as mesmas junto ao núcleo do produto, além de seu desenho possibilitar a ligação dos componentes elétricos conforme projeto.

Esta estrutura é composta, em geral, por duas chapas de aço devidamente dobradas e furadas, uma tábua de madeira com recortes, um distanciador de cabos, parafusos, porcas e arruelas. Assim como os demais componentes do produto final, o desenho desta estrutura sofre modificações conforme o tipo de produto a que se destina.

A chapa de madeira e as chapas de aço que compõem o produto são enviados por empresas terceiras ao setor de componentes, responsável pela sua montagem, sendo que o desenho de ambos é realizado pelo fornecedor de acordo com o tipo de produto que o material visa atender.

As etapas que compõem o processo de fabricação do produto podem ser observadas no diagrama BPMN abaixo, representado pela figura 10:

FIGURA 10 - PROCESSO DE MONTAGEM DE ESTRUTURA METÁLICA.



FONTE: Autor (2018).

- As chapas de aço e madeira chegam ao setor de componentes enviadas por dois fornecedores distintos e são recebidas pela célula de trabalho no setor responsável pela conferência de materiais;
- O material então é conferido e comparado ao projeto do produto a que se destina. Caso as medidas dos itens estiverem incompatíveis com as que são especificadas no projeto, o material é rejeitado e reenviado ao fornecedor responsável para que seja retrabalhado ou substituído. Caso as especificações estejam de acordo com o projeto, ele é enviado à para a próxima etapa do processo, na célula responsável pela sua montagem, onde aguardará o momento correto para ser montado;
- É realizada a fixação das chapas de aço junto à chapa de madeira pelo operador da linha de montagem;
- Nesta etapa é realizada a montagem de um fixador de cabos no material montado na etapa anterior;
- Finalizada a montagem do item, esta etapa consiste na identificação do componente já finalizado feito por uma etiqueta que tem relação direta à Ordem de Fabricação (ODF) em que o material será utilizado na linha de produção;
- Realiza-se uma inspeção no item a fim de verificar se o mesmo está dentro dos padrões de qualidades previstos. Em caso negativo, o item é reenviado para o retrabalho para ser reparado. Em caso positivo, é enviado à célula de separação, onde aguardará para ser enviado à linha de montagem principal quando no momento ideal para ser utilizado.

4.3.2 *Mapeamento de fluxo de valor do processo*

Uma vez que todas as informações dos processos foram levantadas, a etapa seguinte consistiu na elaboração do Mapa de Fluxo de Valor do estado atual, que deve ser iniciado por meio da definição dos limites dos processos a serem abordados no mesmo.

No caso deste trabalho, o limite inicial refere-se ao fornecedor das chapas de aço e madeira que serão montadas e o limite final refere-se ao cliente final (interno) do processo, ou seja, a etapa onde o material será utilizado (Montagem de Parte Ativa). Também é válido ressaltar que se trata de um processo de

característica puxada, ou seja, tudo aquilo que é produzido já visa atender uma demanda já confirmada.

O processo apresentado no MFV inicia-se com o envio das ODFs a serem executadas na semana às empresas responsáveis por fornecer as estruturas metálicas e de madeira. Esta ação é realizada pelo departamento de PCP via *e-mail* com uma semana de antecedência à utilização do produto.

Uma vez recebida a ODF, as empresas começam a produção das estruturas de aço e de madeira, sendo que há um prazo de uma semana para que as mesmas possam fabricar os materiais solicitados, assim como entregá-los (com uma frequência diária), conforme especificações solicitadas pelos seus respectivos projetos.

Finalizada a produção, o material é enviado ao estoque do cliente, que aguarda as informações enviadas pelo departamento de PCP para identificar quais ODFs serão executadas no dia. No dia da coleta de dados, os estoques de chapa de aço e de chapa de madeiras encontrados no setor foram de 25 e 32 peças, respectivamente

De posse dos materiais e dessa informação, o processo é iniciado. Todas as etapas possuem um operador específico para executar as tarefas, em um turno de trabalho de oito horas diárias.

A primeira etapa do processo de fabricação consiste em juntar as chapas de aço na chapa de madeira. Há um operador destinado à execução desta tarefa que utiliza uma ferramenta e um material específico para tal. As cravas de madeira utilizadas para a fixação dos materiais estão dispostas em um supermercado junto à bancada de trabalho do operador.

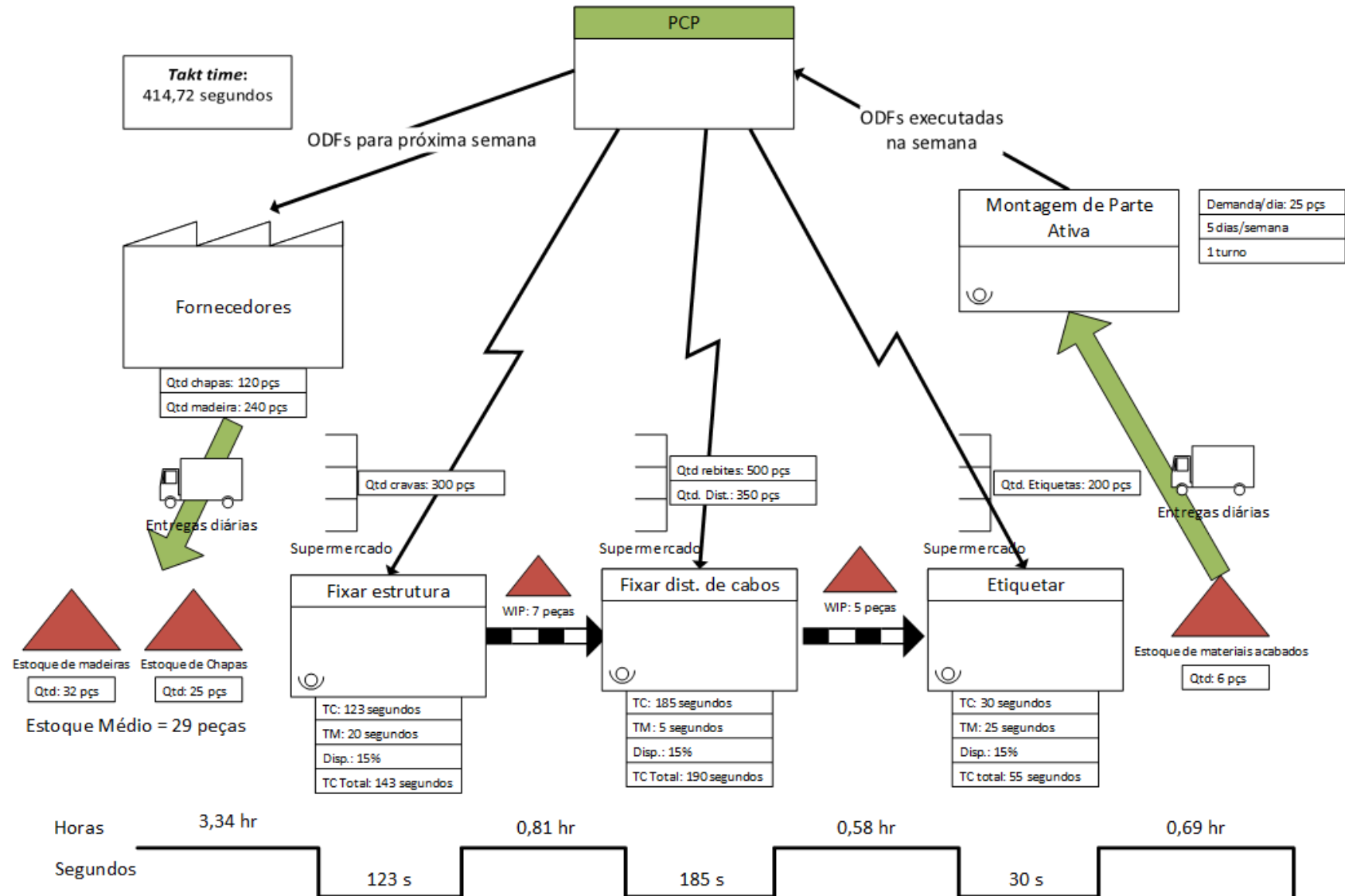
Nesta etapa há a necessidade do operador se movimentar até os *pallets* onde encontram-se os materiais necessários na montagem e coloca-los na bancada onde serão processados. O tempo empregado nesta ação foi considerado na coleta de dados necessária para elaboração do MFV do estado atual.

Finalizada a etapa de fixação, o material é carregado até o próximo posto de trabalho para que o operador responsável realize a montagem do segundo componente do produto (chamado de “fixador de cabos”) à estrutura advinda da etapa anterior. Assim como na etapa anterior, os materiais necessários para esta ação estão disponíveis em um supermercado ao seu alcance.

Com a estrutura montada, a próxima etapa refere-se a inserir a etiqueta identificadora no produto (com número de série e Ordem de Fabricação) e colocar o material no carrinho que será utilizado para transportá-lo. A inserção do número da ODF é importante pois a partir deste código será possível realizar a “baixa” do material posteriormente, isto é, o ato de informar ao sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa e, conseqüentemente, ao setor de PCP, que a ordem repassada para execução foi finalizada e está pronta para seguir até a próxima etapa.

Por fim, com base na programação do dia, o material é enviado ao setor de Fechamento, onde será consumido. O MFV do processo mencionado pode ser na figura 11 visualizada abaixo:

FIGURA 11 – MFV DO ESTADO ATUAL.



FONTE: Autor (2018)

Por se tratar de um processo relativamente simples, há pouco retrabalho gerado na linha de produção. No dia da coleta de dados verificou-se que apenas 3% dos itens produzidos continham algum erro de produção. O mais comum encontrado foi a má fixação do distribuidor de cabos. Também não há tempo de *setup* no processo.

O primeiro item a ser calculado em um MFV é o Tempo Disponível, que se refere a quantidade de horas disponíveis para a produção de determinado item. O valor do Tempo Disponível servirá de base para o cálculo de outros itens, como por exemplo, o *Takt-Time*.

Como há três operadores trabalhando em um turno diário de oito horas, é possível chegar ao valor de horas “brutas” disponíveis através da multiplicação entre o número de operadores pela quantidade de horas de trabalho diária. Assim, tem-se o valor de 24 horas.

No entanto, há que se fazer dois descontos para se chegar ao tempo disponível “líquido”. O primeiro refere-se à multiplicação das horas por um fator de produtividade disponibilizado pela própria organização de 80%, baseado em um estudo feito internamente. Este passo deve ser seguido uma vez que, apesar de um turno de oito horas diárias, existe uma série de fatores que levam o operador a sair de seu posto de trabalho (idas ao banheiro ou à área de fumantes, por exemplo) ocasionando a não execução das tarefas relacionadas a produção.

Realizada a multiplicação do tempo total diário pelo fator de produtividade, o tempo diário disponível em cada etapa do processo é de 6,4 horas por operador. Uma vez que os tempos de processamento estão na escala de segundos, cabe aqui fazer a conversão dos valores em horas para esta unidade, resultando em um valor de 23.040 segundos diários.

O segundo detalhe refere-se à disponibilidade dos operadores para produzir exatamente o produto analisado. Para este cálculo considerou-se que, uma vez que o produto analisado representa 15% do total de itens a serem fabricados no dia (fator de disponibilidade), os valores de tempo disponíveis no dia foram multiplicados por este fator, de modo a calcular um tempo disponível proporcional ao produto que está sendo analisado.

Ao realizar a multiplicação do tempo disponível total por 15%, chega-se ao valor de tempo disponível de 3.456 segundos por operador, que deve ser multiplicado pela quantidade total de operadores disponíveis (três) para que seja

encontrado o valor total. Neste caso, este valor é de 10.368 segundos. A equação (1) demonstra o cálculo do tempo disponível.

$$\text{Tempo Disponível} = (\text{Seg. por dia} \times \text{Fator Prod.} \times \text{Fator Disp.}) \times \text{Qtd Operad.} \quad (1)$$

$$\text{Tempo Disponível} = (28.800 \times 0,8 \times 0,15) \times 3$$

$$\text{Tempo Disponível} = 10.368 \text{ segundos}$$

De posse do valor referente ao Tempo Disponível, é possível calcular o valor do *Takt-Time*, ou seja, o tempo de ritmo que o processo deve ser realizado para que a demanda seja atendida sem que haja produção em excesso ou escassez em relação a demanda. O valor do *Takt-Time* é obtido através da divisão entre o Tempo Disponível e a demanda do dia e neste caso obteve-se o valor de 414,72 segundos, conforme equação (2):

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda}} \quad (2)$$

$$\text{Takt Time} = \frac{10.368 \text{ segundos}}{25 \text{ peças}}$$

$$\text{Takt Time} = 414,72 \text{ segundos}$$

O valor do *Takt-Time*, por sua vez, é utilizado para o cálculo das horas relacionadas aos materiais em estoque. Para isso, multiplica-se a quantidade de itens em estoque pelo valor do *tak-time*. Para o cálculo das horas referente ao estoque de chapas e madeiras, por exemplo, multiplicou-se este valor pela quantidade média de chapas e madeiras disponíveis no local (29 peças), conforme equação (3):

$$\text{Tempo de estoque inicial} = \text{Qtd. estoque} \times \text{Takt Time} \quad (3)$$

$$\text{Tempo de estoque inicial} = 29 \times 414,72$$

$$\text{Tempo de estoque inicial} = 12.026 \text{ segundos} = 3,34 \text{ horas}$$

Esse método é utilizado para o cálculo de todos no processo, ou seja, estoque inicial, estoque em processo (WIP, ou *Work in Process*) e estoque de

produtos acabados. Observa-se que o valor total das horas referente aos estoques do processo foi de 5,42 horas ou 19.512 segundos.

Para o cálculo do *Lead Time* é necessário encontrar o valor do Tempo de Ciclo Total (TC Total). Este refere-se a todo o tempo necessário para o processamento do produto, assim como o tempo gasto em outras atividades, como transporte do material até a linha de produção e sua movimentação até a próxima etapa, neste caso, agrupados no Tempo de Movimentação (TM) demonstrado no mapa.

O *Lead Time* então, pode ser calculado como demonstrado na equação (4):

$$\text{Lead Time} = \sum TC \text{ total} + \sum \text{Tempo de estoque} \quad (4)$$

$$\text{Lead Time} = (143 + 190 + 55) + 19.512$$

$$\text{Lead Time} = 19.900 \text{ segundos}$$

A porcentagem do tempo das atividades que agregam valor (%TAV) na produção deste item é calculada com base no Tempo de Agregação de Valor (TAV), neste caso a soma dos Tempos de Ciclo das etapas, dividido pelo tempo de *Lead Time*. É importante ressaltar que TC refere-se somente ao tempo gasto em atividades que agregam valor ao produto, logo, exclui-se o tempo referente ao TM.

$$\%AV = \frac{\sum TC}{\text{Lead Time}} \quad (5)$$

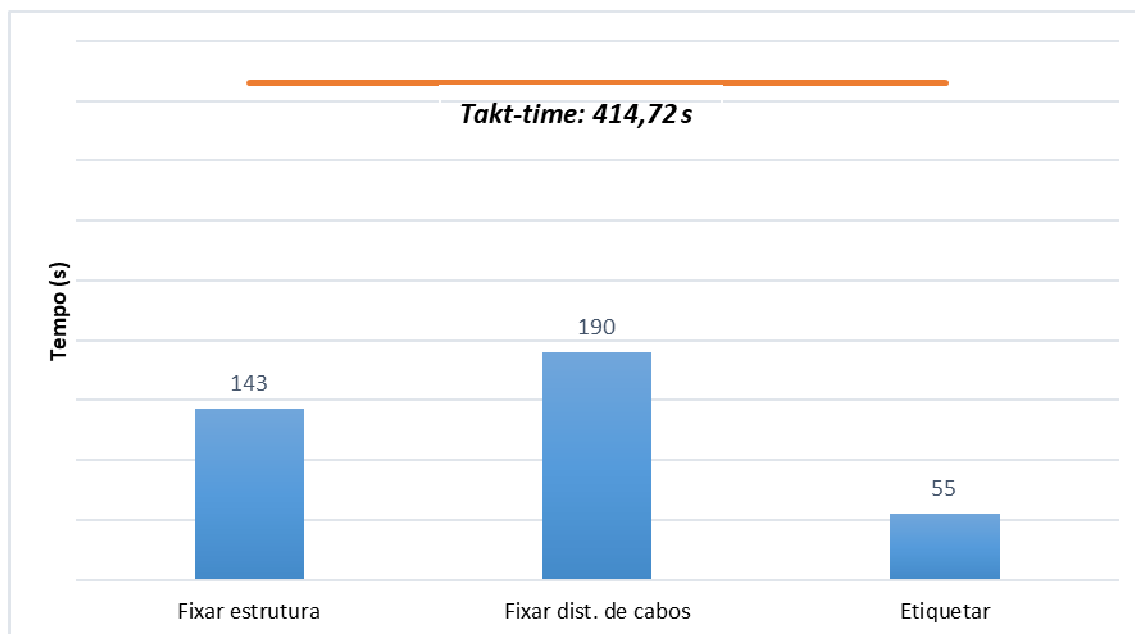
$$\%AV = \frac{338 \text{ segundos}}{19.900 \text{ segundos}}$$

$$\%AV = 1,70\%$$

Chega-se ao resultado de que as Atividades que Agregam Valor (%TAV) ao produto representam 1,70% do tempo total utilizado no processo de fabricação do produto analisado, com base na demanda e tempo diário disponíveis.

Por fim, também é válido observar o gráfico de balanceamento de operadores das etapas, verifica-se que os tempos de ciclo de todas as etapas está abaixo do *Takt-Time* calculado, fato que sugere o atendimento da demanda diária do produto analisado.

FIGURA 12 - TEMPOS DE CICLO TOTAL X TAKT-TIME.



FONTE: Autor (2018).

4.4 MFV DO ESTADO FUTURO

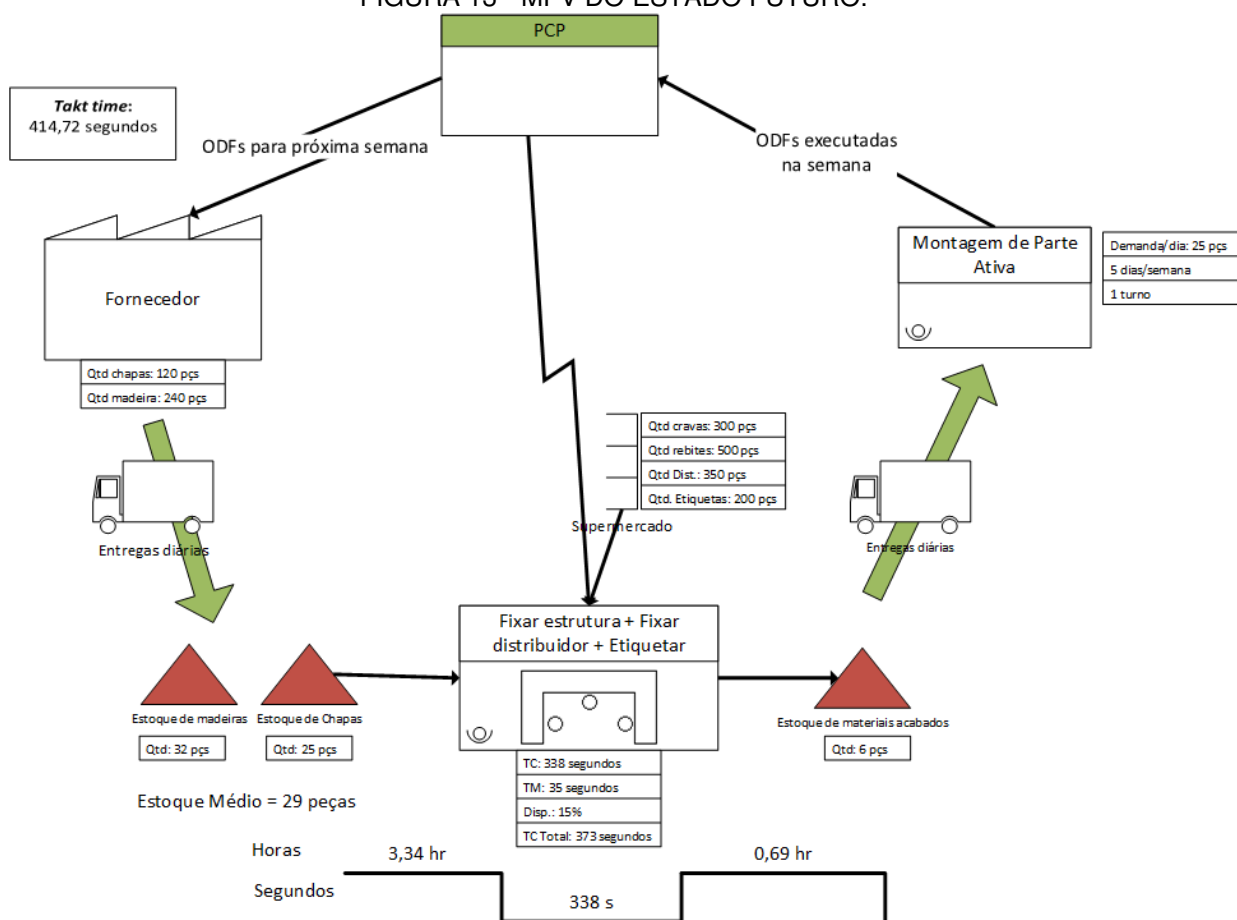
Um dos principais problemas levantados durante o acompanhamento do processo refere-se falta de sincronia entre as etapas de fabricação do produto. Foi comum encontrar divergências entre as ODFs executadas na linha de produção, isto é, enquanto a primeira etapa executava a produção de um material com determinada característica, a próxima etapa realizava a fabricação de um material distinto, sem relação com o da etapa anterior.

O principal problema ocasionando por este fato refere-se à criação de estoques em processo durante as etapas, dado que o material manufaturado na etapa anterior terá que deverá permanecer em espera até que a ODF executada pela etapa posterior seja finalizada.

Este foi o ponto principal para a elaboração do MFV de estado futuro. Assim, o mapa foi desenhado de maneira que as três etapas de processamento sejam configuradas de modo que o fluxo de produção seja contínuo. Neste sentido, o material finalizado na etapa inicial é repassado instantaneamente à próxima etapa que já inicia a execução de seus serviços, e assim por diante. Nesta configuração as ODFs executadas no setor seriam sincronizadas e a quantidade de estoque em processo seria reduzido.

O MFV do estado futuro pode ser verificado na figura 13 abaixo:

FIGURA 13 - MFV DO ESTADO FUTURO.



FONTE: O autor (2018).

Paralelamente a implantação desta mudança, foram identificados pontos de atenção no processo que também são passíveis de melhoria executada através de algumas das ferramentas da Manufatura Enxuta mencionadas no decorrer deste trabalho. Estes pontos são listados abaixo:

- **Falha na conferência das especificações do material:** Há ocasiões em que os desenhos das chapas de aço e da madeira não estão exatos. Desta maneira, o operador do processo deve realizar certos tipos de ajustes para que o encaixe dos dois materiais possa ser realizado da maneira correta, fato que atrasa o processo de produção. Neste sentido, uma solução seria uma melhoria no controle de qualidade dos produtos recebidos. Uma ferramenta disponível para tal seria a utilização de um *check list* pelo responsável pela inspeção, de modo a checar se todas as medidas que constam nos itens estão realmente de acordo como as solicitadas nas especificações do material.
- **Falta de ferramentas à mão do operador:** Quando necessário a realização de ajuste no material (pela questão mencionada acima), a ferramenta necessária

para tal não está localizada em uma posição adequada, o que acarreta na perda de tempo de trabalho uma vez que há necessidade do operador parar suas atividades, se deslocar até o local onde a mesma se encontra e leva-la até seu posto de trabalho. Esta questão pode ser solucionada com a aplicação de um programa 5S no setor, no sentido de ordenar as ferramentas necessárias para os trabalhos em um espaço mais adequado à necessidade dos operadores.

- **Falta de padronização no recebimento das matérias primas no setor:** As chapas de aço e de madeira chegam ao setor em *pallets*. Não há nenhum tipo de separação do material, ocasionando tempo perdido pelo operador no início do processo, uma vez que há necessidade de checar no *pallet* o material específico que será utilizado, separá-lo e então leva-lo até o posto de trabalho. Este também poderia ser reduzido através da adoção de um programa de 5S. Os materiais já poderiam ser enviados ao setor de maneira selecionada, ou seja, na ordem e quantidades a serem utilizadas pela linha de produção.

Tais melhorias visam a redução do tempo desperdiçado com movimentações que não agregam valor ao produto fabricado e, por tanto, devem ser minimizadas tanto quanto possível.

Uma vez que as mudanças tiverem o impacto desejado, o Tempo de Movimentação da etapa 1 cairia de aproximadamente 20 para 5 segundos, uma vez que a necessidade de separar o material correto e a entrar na linha e, conseqüentemente, o tempo disponível para tal, seria eliminado.

A eliminação dos estoques intermediários e a redução no TM da primeira etapa ocasionaria na redução do *Lead Time* do processo e o aumento da %TAV, conforme equações (6) e (7) demonstradas abaixo:

$$\text{Lead Time} = 373 + 14.515 \quad (6)$$

$$\text{Lead Time} = 14.888 \text{ segundos}$$

$$\%TAV = \frac{338}{14.888} \quad (7)$$

$$\%TAV = 2,27\%$$

A tabela abaixo sintetiza os possíveis ganhos uma vez adotadas as mudanças relatadas anteriormente:

TABELA 3 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS ENTRE O MFV DE ESTADO ATUAL E FUTURO.

Item	Valor Estado Atual	Valor Estado Futuro	Diferença
TM Fixar etiqueta	20 segundos	5 segundos	- 75%
Lead Time	19.900 segundos	14.888 segundos	- 25%
%TAV	1,70%	2,27%	+34%

FONTE: Autor (2018).

Observa-se uma redução de 75% na redução do Tempo de Movimentação da etapa um, referente à fixação das estruturas de chapa e madeira. O *Lead Time* por sua vez, foi reduzido em 25%, passando de 19.900 segundos para 14.888 segundos. Finalmente, a porcentagem de atividades que agregam valor subiu quase 35%, de 1,70% no estado atual para 2,27% no estado futuro.

4.5 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

A última etapa da aplicação de um MFV de acordo com Rother e Shook (2003) refere-se à elaboração de um plano de implementação do MFV de estado futuro. Neste sentido, foi elaborada uma tabela baseada no método 5W (também conhecida como o método dos cinco porquês) para organizar as tarefas a serem executadas.

No caso desta pesquisa, é importante ressaltar que a possibilidade de se aplicar de forma real as mudanças propostas no MFV apresentado anteriormente ainda está em processo de avaliação pela coordenação do setor.

Deste modo, o plano apresentado pode passar por alterações em caso de aprovação da implementação das mudanças mencionadas, além do fato de que, pelo motivo da falta de confirmação, as datas para a execução de cada atividade não foram especificadas.

TABELA 4 – MÉTODO DOS CINCO PORQUÊS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MFV.

What O quê?	Why Por que?	Where Onde?	When Quando?	Who Quem?
Utilizar <i>checklist</i> para conferência de materiais	Evitar recebimento de materiais com especificações incorretas	Recebimento de materiais	Aguardando a provação de plano para programação das datas	Conferente
Implantação de programa 5S	Organizar a disponibilização de ferramentas na área	Setor de Componentes		Coordenador da área
Padronizar envio de materiais	Evitar o desperdício de tempo do operador buscando material a ser trabalhado	Recebimento de materiais		Auxiliar de produção
Treinamento de operadores	Repassar novas especificações do trabalho e execução de produção conforme programação enviada	Setor de componentes		Coordenador da área

FONTE: Autor (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado e justificado no decorrer deste trabalho, a utilização das ferramentas originadas da Manufatura Enxuta é uma excelente maneira de tornar a organização mais produtiva, reduzindo desperdícios e melhorando seus processos. Todos estes ganhos podem ser traduzidos em um aumento da competitividade da organização, fator crítico para o sucesso de uma empresa dada a concorrência enfrentada em tempos atuais.

O objetivo do trabalho foi atingido uma vez que foi possível realizar a aplicação do MFV em uma empresa fabricante de equipamentos elétricos seguindo o método desenvolvido pelos autores Rother e Shook.

Por meio da elaboração do mapa foi possível verificar os detalhes do processo, além de quantificar as suas capacidades, tempos de processamento, quantidade de estoques e suas eventuais restrições, informações que podem ser sintetizadas por meio dos valores encontrados do *Takt-Time*, *Lead Time* do processo e da porcentagem do tempo das atividades que agregam valor.

O mapeamento do processo também permitiu a detecção de pontos de melhoria que podem ser implantados por meio da utilização de algumas das ferramentas da Manufatura Enxuta evidenciadas no decorrer deste trabalho.

Os resultados previstos através da implantação das melhorias e da análise do MFV do estado futuro indicam uma previsão de redução de 75% no Tempo de Movimentação da primeira etapa, 25% de redução no *Lead Time* do processo e um aumento de 34% na porcentagem do TAV.

A execução do trabalho contribuiu no aprofundamento do conhecimento acerca da ferramenta do Mapa de Fluxo de Valor, dada a necessidade de se executar uma extensa pesquisa bibliográfica para identificar a técnica necessária para elaborá-lo, assim como profissional, uma vez que permitiu a identificação de potenciais ganhos de eficiência na situação real já mencionados.

Cabe ainda ressaltar que as soluções pensadas para tais problemas, assim como o MFV do estado futuro, foram repassadas à organização de modo a verificar a viabilidade de sua aplicação. Neste sentido, foi elaborado um plano de implementação baseado no método dos cinco porquês de modo a organizar a execução das etapas de melhoria discutidas no capítulo 4.4.

De modo geral se estabelece esta contribuição aos estudos que analisam a manufatura enxuta e em específico o Mapa de Fluxo de Valor, com sincero anseio de que este trabalho estimule novas pesquisas, uma vez que o fato do trabalho ter sido focado em uma etapa específica de produção abre espaço para que seja replicado para outros processos e departamentos da empresa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BARBOSA, E. F. **Instrumentos de coletas de dados em pesquisas educacionais**. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2013_2/Instrumento_Coleta_Dados_Pesquisas_Educacionais.pdf>. Acesso em 21/10/18.

BARRETTO, A. R. Sistema Toyota de Produção: *Lean Manufacturing*: implantação e aplicação em uma indústria de peças automotivas. **Tékhnē e Lógos**, Botucatu, v. 3, n. 2, jul. 2012.

BASTOS, C. B.; CHAVES, C. **Aplicação de Lean Manufacturing em uma linha de produção de uma empresa do setor automotivo**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012, Resende. **Anais...** Resende, 2012.

BUIAR, D. R.; ABREU, A. F. Vantagem competitiva da flexibilidade potencializada pela tecnologia da informação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 1999., S. I. **Anais...** S.I., 1999.

CARVALHO, P. C.; **O programa 5S e a qualidade total**. 5. ed. São Paulo: Editora Alinea, 2011.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações**. 3. ed. Niterói: Editora Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just-in-time, MRP II e OPT**: Um Enfoque Estratégico. São Paulo: Atlas, 1996.

ETI, M. C.; OGAJI, S. O. T.; PROBERT, S. D. Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries. **Applied Energy**. S. I., v. 79, p.385-401, 2004.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta “Mapeamento do Fluxo de Valor”**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/61/a-essencia-da-ferramenta-mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>>. Acesso em 28/06/2018.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p.163-181, ago. 2003.

FORD MOTOR COMPANY. **Our History**. Disponível em: <<https://corporate.ford.com/history.html>>. Acesso em 25/06/2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

HOFER, C.; EROGLU, C.; HOFER, A. R. The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness. **International Journal of Production Economics**, S. I., v. 138, n. 2, p. 242-253, 2012.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, S. I., v. 25, n. 2, p. 420-437, mar. 2007.

JUGEND, D.; SILVA, S. L.; MENDES, G. H. S. O método kaizen como forma de aprimoramento do desenho empresarial: a sistemática adotada em uma multinacional do setor de autopeças. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2006.

KAMINSKI, M. T.; OLIVEIRA, J. H. R.; RIBEIRO, R. P.; OLIVEIRA, R. M.; SILUK, M. H. P. Estudo de viabilidade de implementação do *just in time* na Santa Fé Vagões S/A. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 30., 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABEPRO, 2010.

KAMIYA, I. K.; MACHADO, K. C.; SOUZA, T. F.; FORNARI, C. C. M. Análise de implementação do conceito *just in time* e da filosofia 5S em laboratório de pesquisa visando a melhoria da qualidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 30., 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABEPRO, 2010.

LIMA, D. F. S.; ALCANTARA, P. G. F.; SANTOS, L. C.; SILVA, L. M. F.; SILVA, R. M. da. Mapeamento do Fluxo de Valor e simulação para implementação de práticas lean manufacturing em uma empresa calçadista. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 366-392, jan/mar. 2016.

LUZ, C. A. A.; BUIAR, D. R. Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 24., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABEPRO, 2004.

MARTINS, E. S.; TAVARES, P. M. Processo de formulação de estratégias: Capacidade mercadológica, incerteza ambiental e desempenho. **Organizações em contexto**. São Bernardo do Campo, v. 10, n. 20, p. 297-322, jul./dez. 2014.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

NASCIMENTO, E. N.; GONSALES, T. P.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R. HORIGUELA, M. L. M.; BRAGA, T. M. S. Técnicas de coleta de dados utilizadas em artigos científicos da área de saúde. **Arquivo Ciência, Saúde Unipar**. Umuarama, v. 11, n. 1, p. 39-44, jan./abr. 2007.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

OLIVEIRA, J. C. P.; OLIVEIRA, A. L.; MORAIS, F. A. M.; SILVA, G. M.; SILVA, C. N. M. O questionário, o formulário e a entrevista como instrumentos de coletas de dados: vantagens e desvantagens de seu uso na pesquisa de campo em ciências humanas. In: III CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 3., 2016, Natal. **Anais...**, Natal, 2016.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, Linköping, Emerald Group Publishing Limited, vol. 21, n. 2, p.127-142, 2009.

PRADO, J. O.; SCHOCK, L. A.; SILVA, T. A. S. O kaizen como sistema de aperfeiçoamento contínuo dos processos empresariais. **Revista Sabares, Rolim de Moura**, S. I., vol. 3, n. Esp. p.101-105, jul./dez., 2015.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; SANTOS, E. J. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 7, n. 4, p.118-139, 2011.

SCUR, G.; QUEIROZ, R. P. O impacto da diversificação na estratégia de operações de empresas de bens de capital. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 24, n. 2, p. 206-220, 2017.

SHIMOKAWA, K.; FUJIMOTO, T. **O nascimento do lean**: conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão. Porto Alegre, Bookman, 2011.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de produção**: do ponto de vista de engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVEIRA, C. B. **Mapeamento do Fluxo de Valor**. Sorocaba, 2013. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor-1>>. Acesso em 11/11/18.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOARES, G. V. B.; MUSETTI, M. A.; GONÇALVES, M. X. V. F. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a identificação de oportunidades de melhoria em um ambiente hospitalar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2015.

SOUZA, J. M. de. PDCA e Lean Manufacturing: Estudo de caso de aplicação de processos de qualidade na Gráfica Alfa. **UNOPAR Cient., Ciênc. Juríd. Empres.**, Londrina, v. 17, n. 1, p.11-17., mar. 2016.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

VIVAN, A. L.; ORTIZ, F. A. H.; PALIARI, J. C. Modelo para o desenvolvimento de projetos kaizen para a indústria da construção civil. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p.333-349, 2016.

WERKEMA, C. **Lean seis sigma**: introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS

FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS			
Dados Gerais:			
Setor:			
Processo analisado:			
Colab. no setor:		Colab. no processo:	
Demanda semanal:		Frequência da entrega:	
Entrevista com Gestor			
Nome do gestor:		Tempo na empresa:	
Descrição do Processo:			
Outras informações relevantes:			
Dados para MFV			
Estoques		Supermercado	
Est. Inicial - Chapas:		Rebites:	
Est. Inicial - Madeira:		Crava de madeira:	
Est. Inicial - Dist.:		Parafusos:	
Est. Produto Final:		Porcas e arruelas:	
Taxa de refugo:		Disponibilidade:	

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM GESTOR

- 1) Qual seu nome, cargo na empresa e tempo no setor?
- 2) Qual a quantidade total de operadores no setor e quantos estão dedicados exclusivamente na célula de montagem de estruturas?
- 3) Qual a frequência de entrega de materiais por parte dos fornecedores?
- 4) Quais as principais dificuldades no gerenciamento da equipe para a execução das tarefas?
- 5) Quais pontos do processo você considera crítico?
- 6) Em quais aspectos você acredita que seja possível melhorar o processo?
- 7) Qual principal desperdício gerado no setor?